BGI 738 (bisher ZH 1/738)
Seminar "Kunststoffverarbeitung"
Schulung für Sicherheitsbeauftragte

Holz-Berufsgenossenschaft
Oktober 1997

Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen an Kunststoffverarbeitungsmaschinen

Thema:

Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen an Kunststoffverarbeitungsmaschinen

Lernziel

Der Teilnehmer soll die wichtigsten Gefahren bei der Verarbeitung von Kunststoff, die sich aus der Art der verwendeten Maschinen und der verarbeiteten Stoffe ergeben, und die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen dagegen kennenlernen.

1 Spritzgießmaschinen

1.1 Arbeitsverfahren und Vorschriften

Spritzgießmaschinen sind Maschinen, mit denen z.B. aus Thermoplasten, Duromeren oder Elastomeren Formteile hergestellt werden (Bild 1, 2). Dabei wird plastifizierte Formmasse in den Hohlraum eines geschlossenen Werkzeuges eingespritzt und in diesem verformt. Bild 3 zeigt diesen Vorgang anhand von Schemabildern. Über einen Einfülltrichter gelangt das Granulat in das Plastifizierungsaggregat, wo es durch Erwärmen plastifiziert und in das geschlossene Werkzeug eingespritzt wird. Nach einer bestimmten Stand- bzw. Aushärtungszeit öffnet sich das Werkzeug. Das fertige Kunststoffteil wird ausgestoßen oder herausgenommen. Zu Beginn des Spritzgießens wurden ausschließlich Kolbenspritzgießmaschinen verwendet (Bild 4). Aus dem Granulattrichter gelangt der Kunststoff in eine Dosierwaage. Hier wird die für einen Spritzvorgang notwendige Menge abgewogen. Dann öffnet sich die Waagschale und das Granulat fällt durch den Einfüllschacht in den Spritzzylinder, und zwar in den Hohlraum vor dem zurückgezogenen Kolben. Der Kolben drückt das Granulat nach vorne, in Richtung Düse. Außen am Zylinder sind Heizbänder angebracht. Dadurch wird das Granulat erhitzt, bis es die zum Spritzen notwendige Fließfähigkeit hat. Die Solltemperatur darf nicht überschritten werden, um eine thermische Zersetzung zu vermeiden (siehe Kapitel Gefahrstoffe in der Kunststoffverarbeitung). Der Kolben drückt die Schmelze über die Düse in das geschlossene Werkzeug (Bild 5).

Beschreibung und Bilder 4, 5, 6 aus: Kunststoffverarbeitung im Gespräch, 1. Spritzgießen, BASF AG, 67056 Ludwigshafen, 1991).

Bild 1: **Markierstifte, Schäfte und Kappen im Spritzgießverfahren hergestellt**

Bild 2: **Verteilerdosen für die Elektroinstallation, im Spritzgießverfahren hergestellt. Werkfoto Fa. Klaus, 87700 Memmingen**

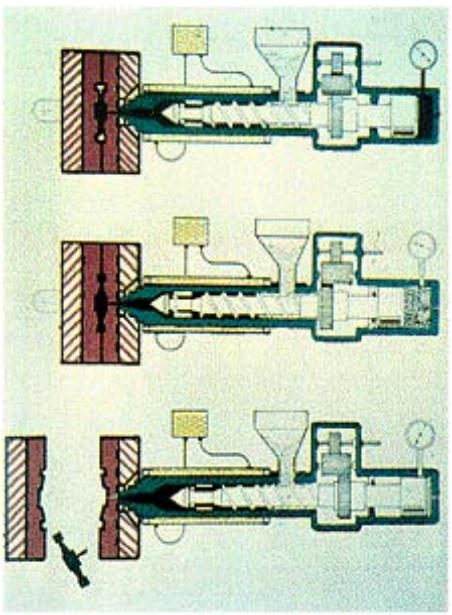


Bild 3: **Schema des Spritzvorganges**

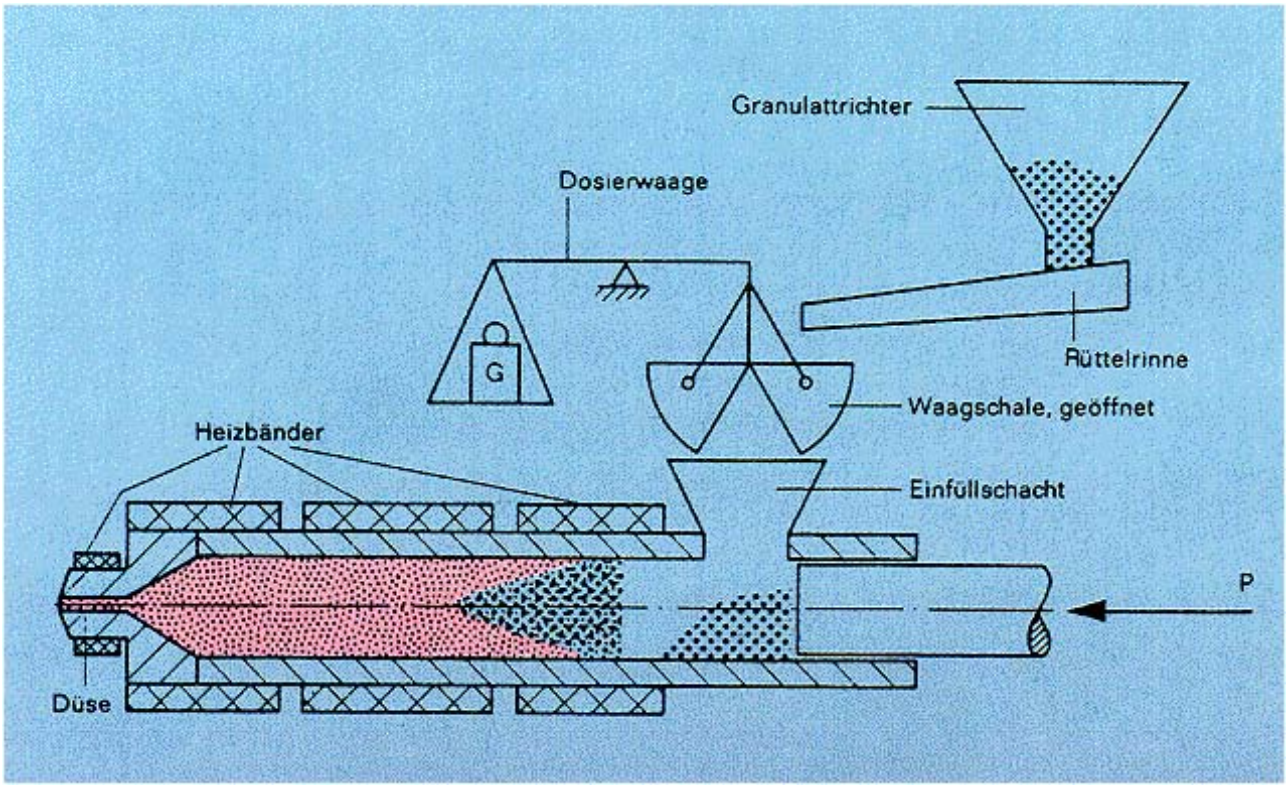


Bild 4: Kolbenspritzgießmaschine

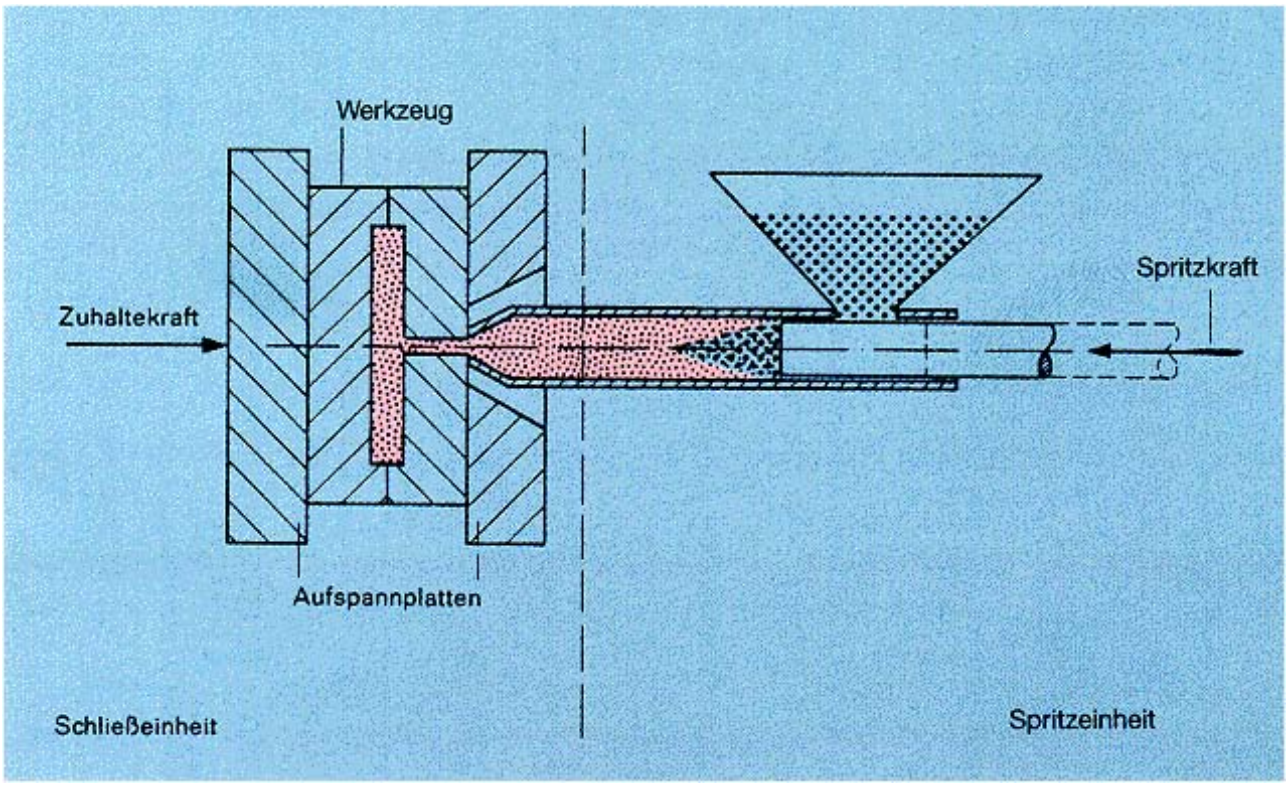


Bild 5: Spritzvorgang bei der Kolbenspritzgießmaschine

Je größer das Schußgewicht werden sollte, desto größer wurde das Problem, die benötigte Menge Kunststoff in vernünftiger Zeit aufzuschmelzen.

Die Verweilzeit ist bei den heute üblichen Schneckenspritzgießmaschinen (Bild 6) viel geringer.

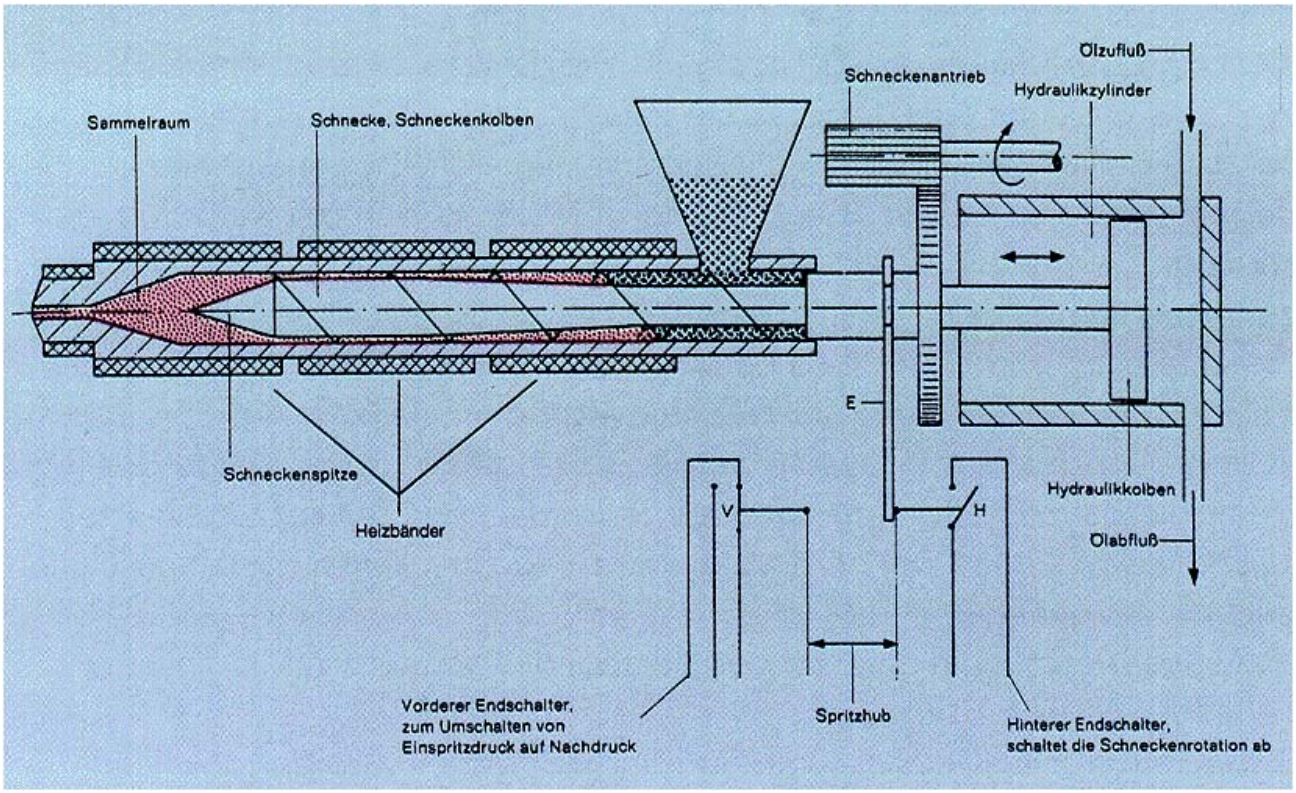


Bild 6: Spritzeinheit einer Schneckenspritzgießmaschine

Außen am Zylinder sind wieder Heizbänder angebracht. Im Zylinder befindet sich eine Schnecke.

Durch den Einfülltrichter wird der Kunststoff in den Zylinder gefüllt. In Bewegung gehalten vom Schneckenantrieb, dreht sich die Schnecke und fördert dabei den Kunststoff immer weiter zur Spitze hin, wo er als Schmelze ankommt, die sich im Sammelraum staut und die Schnecke in ihrer Achsrichtung so weit zurückschiebt, bis das Betätigungselement E, zum Beispiel ein Schaltnocken, den hinteren Endschalter H betätigt. In diesem Augenblick hört die Schneckenrotation auf.

Zum Einspritzen tritt – meist durch eine Zeitschaltuhr ausgelöst – die Hydraulik in Aktion und stößt die ganze Schnecke nach vorn. Die Schnecke wirkt dann wie der Kolben in der Kolbenspritzgießmaschine und spritzt die Schmelze durch die Düse in das geschlossene Werkzeug.

Es gibt Spritzgießmaschinen mit horizontaler und mit vertikaler Schließeinheit und verschiedene Kombinationen. Die auftretenden Gefährdungen sind bei beiden Maschinenarten dieselben. Zunächst werden Spritzgießmaschinen mit horizontaler Schließeinheit und horizontaler Spritzeinheit dargestellt.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an Spritzgießmaschinen sind in der Unfallverhütungsvorschrift VBG 7ac "Spritzgießmaschinen" und in der Europäischen Norm EN 201 "Sicherheitstechnische Anforderungen für Konstruktion und Bau von Spritzgießmaschinen für Kunststoff und Gummi" geregelt, die seit geraumer Zeit in einer Arbeitsgruppe des Technischen Komitees 145 (CEN/TG 145/WG 1) überarbeitet wird.

Spritzgießmaschinen mit Handbeschickung oder Handentnahme zählen nach der EG-Maschinenrichtlinie 89/392, Anhang IV zu den sogenannten "gefährlichen Maschinen“, für die ein besonderes Konformitätsverfahren gilt.

Spritzgießmaschinen müssen wie alle anderen Maschinen seit dem Inkrafttreten der EG-Maschinenrichtlinie durch die 9. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz mit dem CE-

Zeichen versehen sein. Eine EG-Konformitätserklärung muß vorliegen. Sind Spritzgießmaschinen mit Handbeschickung oder Handentnahme nicht vollständig nach der Europäischen Norm EN 201 gebaut, müssen sie einer EG-Baumusterprüfung unterzogen werden. Spritzgießmaschinen müssen ferner gekennzeichnet sein mit:

- dem Namen und der Anschrift des Herstellers und des Lieferanten
- der Bezeichnung der Serie oder des Typs
- ggf. der Seriennummer oder der Maschinennummer
- dem Baujahr
- der Größenangabe nach Anhang E, EN 201
- den Zugriffs- oder Zugangsstellen
- Warnhinweisen auf heiße Teile

Für die Maschine muß eine Bedienungsanleitung in deutscher Sprache vorhanden sein.

In der nachfolgenden Ausarbeitung werden die sicherheitstechnischen Anforderungen behandelt und teilweise im Bild vorgestellt.

1.2 Gefährdungen und Gefahrenbereiche an Spritzgießmaschinen und Maßnahmen zu deren Abwendung

Gefährdungen sind besonders möglich durch:

- Die Bewegung von Teilen der Schließeinheit
- Die Bewegung des Werkzeuges und von Teilen des Werkzeuges (z.B. Auswerfer)
- Die Bewegung der Spritzeinheit
- Den elektrischen Strom
- Heiße Maschinenteile und austretende heiße Formmassen
- Die Bewegung von Zusatzeinrichtungen
- Lärm
- Eventuell freiwerdende gesundheitsschädliche Gase, Dämpfe und Stäube

Die wesentlichen Gefahrenbereiche sind (s. Bild 7)
1.2.1 Werkzeugbereich
1.2.2 Bereich der Ausfallöffnung
1.2.3 Bereich der Schließeinheit
1.2.4 Düsenbereich
1.2.5 Bereich der Spritzeinheit
1.2.6 Bereich der Einfüllöffnung

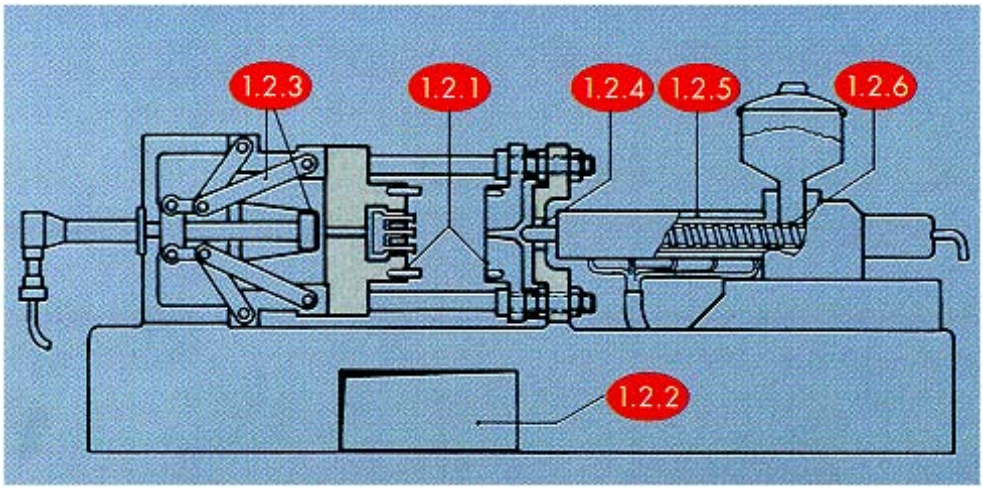


Bild 7: Gefahrenbereiche an Spritzgießmaschinen

Nach EN 201 werden an Spritzgießmaschinen die folgenden besonderen Schutzeinrichtungen verwendet:

- Schutzeinrichtung Typ I (Bild 8)

  Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung (siehe EN 292-1, 3.22.2 und 3.22.4) mit einem Positionsschalter (siehe prEN 1088, 6.2), der über den Steuerkreis auf die Hauptabschalteinrichtung des Kraftkreises (z.B. Ventil, Schütz) wirkt.

  Wenn die Schutzeinrichtung geschlossen ist,

  - darf der Positionsschalter nicht betätigt sein,
  - muß der Positionsschalter geschlossene Kontakte haben oder entsprechend wirken.
  - muß der Positionsschalter das Steuersignal der gefährlichen Bewegung freigeben.

  Sobald die Schutzeinrichtung geöffnet wird, muß der Positionsschalter durch die Schutzeinrichtung zwangsläufig und direkt betätigt werden und das Steuersignal der gefährlichen Bewegung zwangsläufig unterbrechen. Eine Einfehlersicherheit ist zu gewährleisten. Dies bedeutet z.B. daß, falls durch den Positionsschalter angesteuerte Relais zur Kontaktvervielfachung verwendet werden, eine Überwachung der Relais erforderlich ist. Diese Überwachung kann durch ein programmierbares elektronisches System realisiert werden. Die geforderte Einfehlersicherheit gilt nicht für den Positionsschalter und die Hauptabschalteinrichtung, da angenommen wird, daß dies bewährte Bauteile sind.

- Schutzeinrichtung Typ II (Bild 8):

  Bewegliche verriegelte trennenden Schutzeinrichtung mit zwei Positionsschaltern, die beide über den Steuerkreis auf die Hauptabschalteinrichtung des Kraftkreises wirken. Der erste Positionsschalter muß gemäß Schutzeinrichtung Typ I sein.

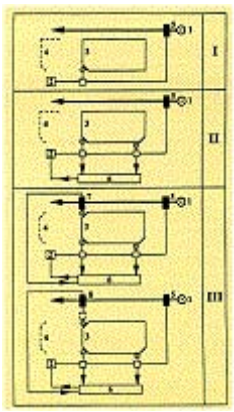
  Wenn die Schutzeinrichtung geschlossen ist, muß der zweite Positionsschalter

  - durch die Schutzeinrichtung betätigt sein
  - geschlossene Kontakte haben oder entsprechend wirken und
  - das Steuersignal der gefährlichen Bewegung freigeben.

  Sobald die Schutzeinrichtung geöffnet ist, darf der zweite Positionsschalter nicht mehr betätigt sein und muß das Steuersignal der gefährlichen Bewegung unterbrechen.

  Die richtige Funktion der beiden Positionsschalter muß während jedes

Bewegungszyklus der Schutzeinrichtung mindestens einmal überwacht werden, so daß ein Fehler in einem der beiden Positionsschalter selbsttätig erkannt und jede Einleitung einer weiteren gefährlichen Bewegung verhindert wird.



1 Kraftkreis
2 Steuerkreis
3 beweglich trennende Schutzeinrichtung geschlossen
4 beweglich trennende Schutzeinrichtung geöffnet
5 Hauptschalteinrichtung
6 Überwachung
7 zweite Abschalteinrichtung (direkt, siehe Anhang A, A.1.1.1, EN 201)
8 zweite Abschalteinrichtung (indirekt, siehe Anhang A, A.1.1.2, A.1.1.3, A.1.1.4 EN 201)

Bild 8: Schutzeinrichtungen Typ I, II, III nach EN 201

- Schutzeinrichtung Typ III (Bild 8)

  Bewegliche verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit zwei voneinander unabhängigen Verriegelungseinrichtungen. Eine Verriegelungseinrichtung muß über den Steuerkreis gemäß Schutzeinrichtung Typ II wirken.

  Die andere Verriegelungseinrichtung muß über einen Positionsgeber (siehe prEN 1088, 5.1 und 5.2) direkt oder indirekt auf den Kraftkreis wirken. Wenn die Schutzeinrichtung geschlossen ist:

  - darf der Positionsgeber nicht betätigt sein,
  - muß der Positionsgeber geschlossene Kontakte haben oder entsprechend wirken,
  - muß der Positionsgeber den Kraftkreis freigeben.

  Sobald die Schutzeinrichtung geöffnet wird, muß der Positionsgeber durch die Schutzeinrichtung zwangsläufig und direkt betätigt werden und den Kraftkreis über die zweite Abschalteinrichtung unterbrechen.

  Die richtige Funktion der beiden Verriegelungseinrichtungen muß während eines jeden Bewegungszyklus der Schutzeinrichtung mindestens einmal überwacht werden, so daß ein Fehler in einer der beiden Verriegelungseinrichtungen selbsttätig erkannt und jede Einleitung einer weiteren gefährlichen verhindert wird.

Zusätzliche Anforderungen sind im Anhang A von EN 201 angegeben. Im folgenden wird den einzelnen Gefahrstellen der jeweilige Typ der Schutzeinrichtungen nach EN 201 zugeordnet.

1.2.1 Werkzeugbereich

Die sich schließenden Werkzeuge von Spritzgießmaschinen stellen eine gefährliche

Quetschstelle dar. Da arbeitsbedingt unter Umständen in diesen Gefahrenbereich gegriffen werden muß (z.B. zum Entfernen des Spritzlinges), wird dieser Bereich durch bewegliche Verkleidungen gesichert (z.B. Tunnelhaube, Schiebetüren). Die beweglichen Verkleidungen sind nach EN 294 "Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen“ zu gestalten. Ein Übergreifen, Umgreifen, Untergreifen und Durchgreifen darf nicht möglich sein (s. Bild 9).

Die beweglichen Verkleidungen müssen außerdem so ausgeführt sein, daß ihre Schutzwirkung nicht auf einfache Weise unwirksam gemacht werden kann. Während der Schließbewegung müssen die beweglichen Verkleidungen in der Schutzstellung verriegelt sein und beim vorzeitigen Entfernen aus der Schutzstellung die Schließbewegung rechtzeitig unterbrechen.

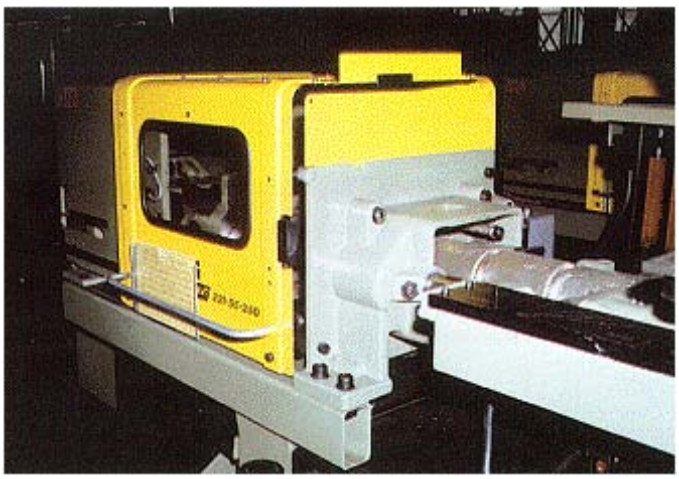


Bild 9: **Tunnelhaube an einer Spritzgießmaschine – Zugriff zum Werkzeug nicht möglich**

Tunnelhauben

Bei kleineren Maschinen hat die bewegliche Verkleidung die Form von Tunnelhauben. Diese Hauben sind in Führungen verschiebbar und betätigen beim Verschieben aus der Schutzstellung zwei mechanische, mit der Steuerung der Maschine verbundene Positionsgeber so, daß in geöffneter Stellung das Werkzeug nicht geschlossen werden kann. Wichtig dabei ist, daß die Positionsgeber "gegenläufig arbeiten", d.h., daß in der Schutzstellung der Tunnelhaube ein Positionsgeber gedrückt wird. ("Schließer") und der andere vorspringt ("Öffner"). Bei geöffneter Tunnelhaube verhält es sich umgekehrt (s. Bild 10, 11 und 12). Dies ist eine Schutzeinrichtung Typ II nach EN 201. Die Tunnelhaube sichert den Zugriff zum Werkzeugbereich. Hierfür sieht die EN 201 die höherwertige Schutzvorrichtung Typ III vor. Typ III setzt sich jedoch zusammen aus Typ II zur Sicherung der Tunnelhaube und einer weiteren Verriegelungseinrichtung, die auf den Kraftkreis wirkt. Diese zusätzliche Einrichtung wird bei "Schließsicherung" beschrieben.

Bild 10: **Mit Öffner und Schließer gesicherte Tunnelhaube – Tunnelhaube in Schutzstellung**

Bild 11: **Mit Öffner und Schließer gesicherte Tunnelhaube – Tunnelhaube geöffnet**

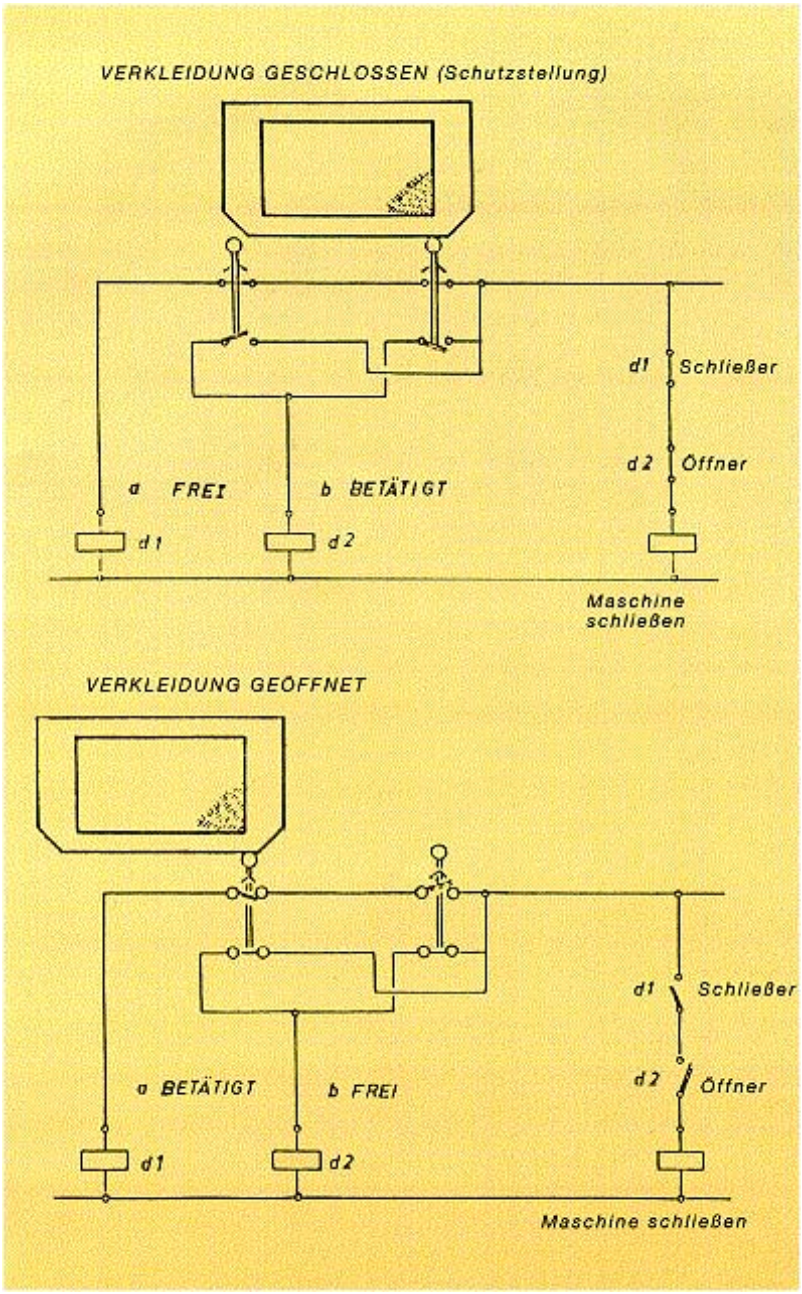


Bild 12: Öffner und Schließer zur Verriegelung einer Tunnelhaube (Schutzeinrichtung Typ 11 nach EN 201)

Schiebetüren

Bei größeren Maschinen genügt es, den Werkzeugbereich auf der Bedienungsseite und auf der Rückseite zu verkleiden, wenn ein Übergreifen von oben in den Werkzeugbereich nicht möglich ist (Schiebetür, Bild 13). Diese Schiebetüren sind ebenso wie die Tunnelhauben mit zwei gegenläufig arbeitenden, mechanischen, mit der Steuerung der Maschine verbundenen Positionsgeber zu sichern.

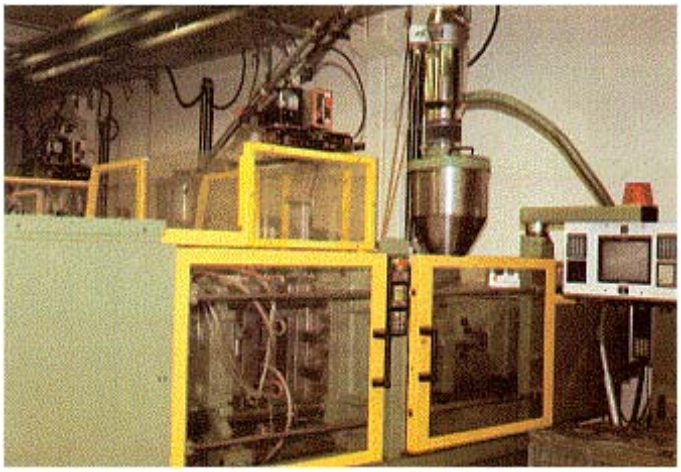


Bild 13: **Werkzeugbereich mit Schiebetür gesichert, Zugriff in den Werkzeugbereich von oben durch aufgesetzten "Kragen" verhindert. Zusätzlich Spritzeinheit durch Schwenktüre gesichert.**

Schutzgitter usw. für die Maschinenrückseite

Unzureichend sind lose, eingehängte oder verschraubte Schutzgitter, die z.T. auf den Rückseiten älterer Maschinen noch angetroffen werden, da die Gefahr besteht, daß die Schutzgitter nach Werkzeugwechsel oder Reparaturen nicht wieder an die Maschinen angebracht werden. Feststehende Schutzgitter sind daher durch zwei Steckverbindungen zu sichern, die nicht auf einfache Weise überbrückt werden können und die so angebracht sind, daß die Steckverbindungen nur dann gesteckt werden können, wenn die feststehenden Schutzgitter in Schutzstellung sind (s. Bild 14).

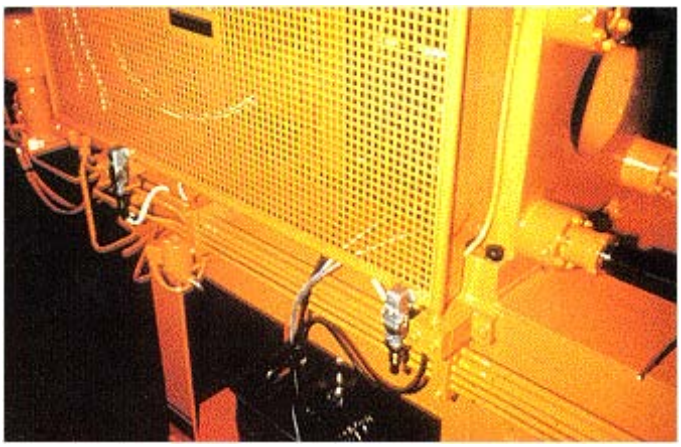


Bild 14: **Feststehendes Schutzgitter mit zwei elektrischen Steckverbindungen gesichert**

Anschlag an beweglicher Verkleidung

Bei Maschinen älterer Bauart können Scher- oder Quetschstellen zwischen geöffneter beweglicher Verkleidung (Tunnelhaube oder Schiebetür) und dem sich öffnenden Werkzeug entstehen. Dies läßt sich dadurch vermeiden, daß an der beweglichen Verkleidung ein Anschlag angebracht wird, der das Voreilen der beweglichen Verkleidung hinter die bewegliche Aufspannplatte verhindert (s. Bild 15). Eine weitere Möglichkeit zur Sicherung ist ein an der beweglichen Aufspannplatte befestigter Anschlag, der ebenfalls ein Voreilen über die bewegliche Aufspannplatte hinaus verhindert (s. Bild 16).

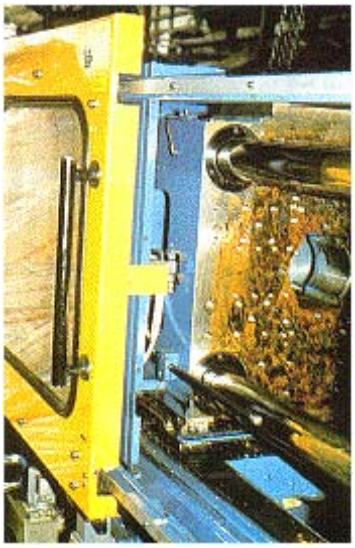


Bild 15: **Ein Anschlag an der Schiebetür verhindert, daß die Schiebetür über die bewegliche Aufspannplatte hinaus geöffnet werden kann**

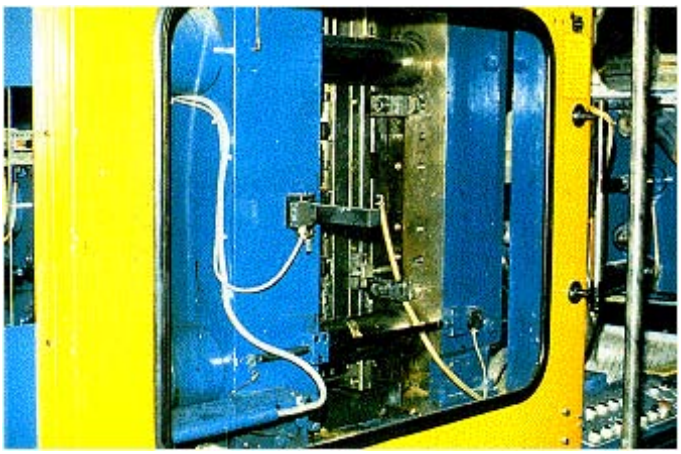


Bild 16: **Klappbarer Anschlag an der beweglichen Aufspannplatte – elektrisch verriegelt**

Wenn die Bewegungen kraftbetriebener trennender Schutzvorrichtungen (Verkleidungen) Verletzungen verursachen können, müssen Schutzvorrichtungen mit Annäherungsreaktion (Kontaktleisten) vorgesehen werden, um die Zufahrbewegung der kraftbetriebenen Schutzeinrichtungen sofort aufzuhalten oder umzukehren (Bild 17).

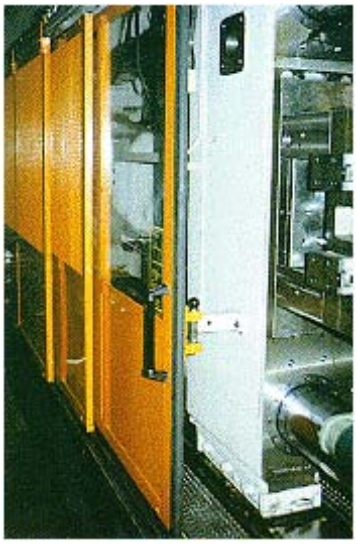


Bild 17: Kraftbetriebene Schiebetür mit Kontaktleiste

Schließsicherung

Schwere Hand- und Fingerverletzungen durch unvermutetes Zusammenfahren des Werkzeuges bei geöffneter beweglicher Verkleidung können durch schadhafte Führungen, abgebrochene oder lose Betätigungselemente, defekte Positionsgeber oder durch Fehler in der elektrischen oder hydraulischen Steuerung der Spritzgießmaschine eintreten. Daher sind Spritzgießmaschinen zusätzlich zu der elektrischen Absicherung durch Öffner und Schließer mit einer "Schließsicherung" zu versehen, die selbsttätig ein unbeabsichtigtes Schließen des Werkzeuges verhindert. Schließsicherungen können hydraulisch oder mechanisch) wirken. (Mechanisch ist in der EN 201 nicht vorgesehen).

Diese Doppelsicherung mit zwei voneinander unabhängigen Systemen (elektrisch und hydraulisch) hat sich bewährt. Hierbei handelt es sich um eine Schutzeinrichtung Typ III nach EN 201.

Eine **hydraulisch wirkende** Schließsicherung ist ein zusätzlich durch die bewegliche Verkleidung direkt betätigtes Ventil, das bei geöffneter beweglicher Verkleidung den Zustrom des Drucköls zum Schließzylinder entweder selbst unterbricht und das Drucköl in den Tank leitet oder ein weiteres im Zustrom befindliches Ventil entsprechend vorsteuert. Bei beiden Lösungen muß die Funktion dieser Ventile selbsttätig, z.B. elektrisch, überwacht werden. Die Schließsicherung muß so ausgeführt sein, daß ihre Schutzwirkung nicht auf einfache Weise aufgehoben werden kann (s. Bild 18, 19, 20, 21, 22).

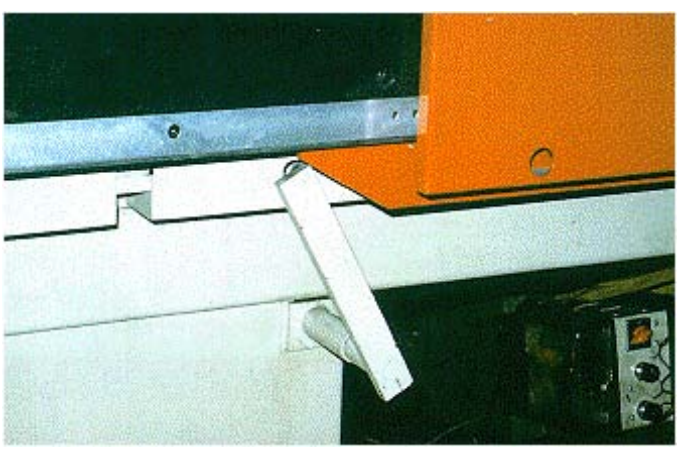


Bild 18: Hydraulisch wirkende Schließsicherung – bewegliche Schiebetür geschlossen

Bild 18a: **Wie Bild 18, hydraulisches Ventil nicht betätigt**

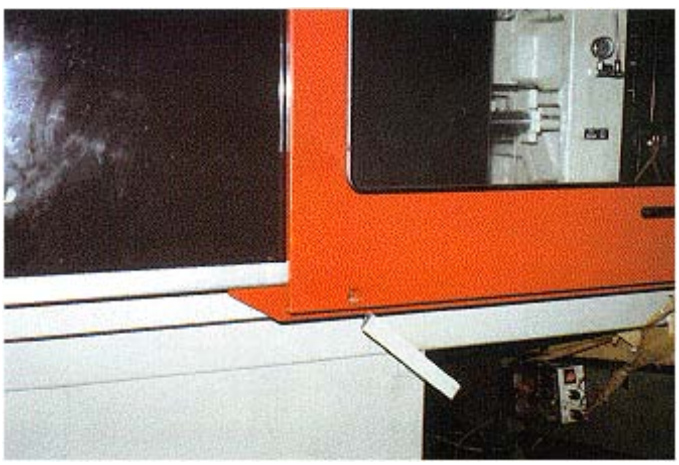


Bild 19: **Hydraulisch wirkende Schließsicherung – Schiebetür geöffnet**

Bild 19a: **Wie Bild 19, hydraulisches Ventil betätigt**

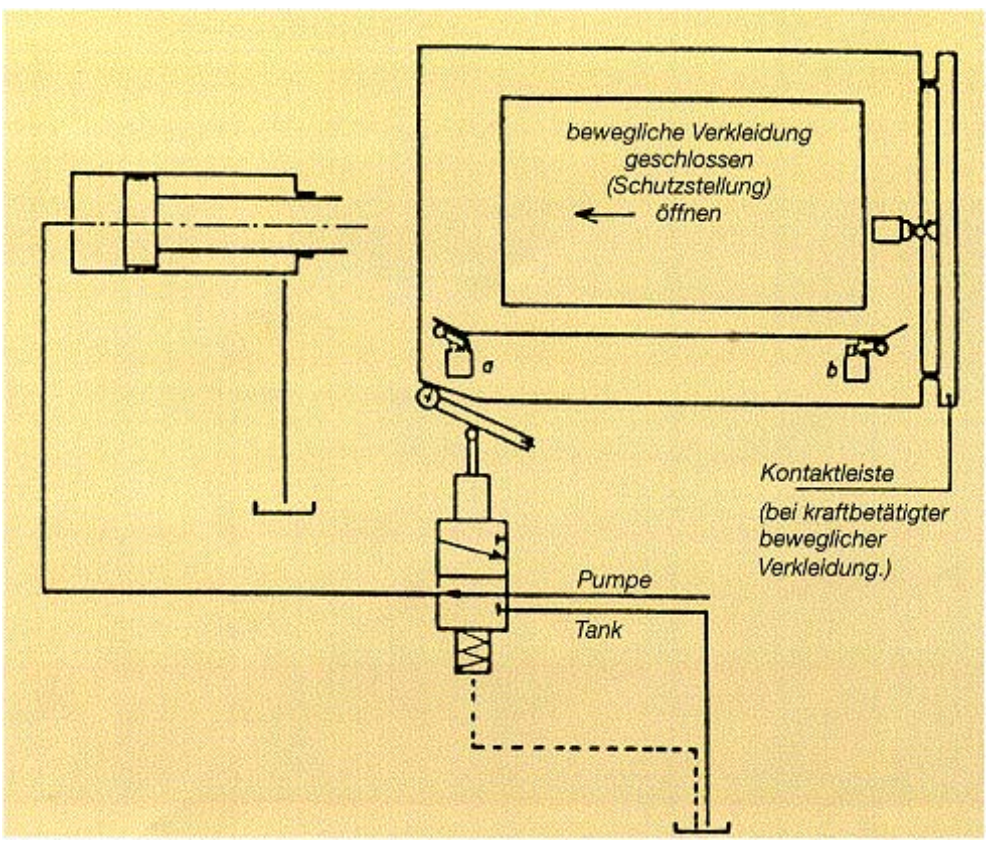


Bild 20: **Sicherheitsschaltung für hydraulischen Antrieb (direkt gesteuert)**

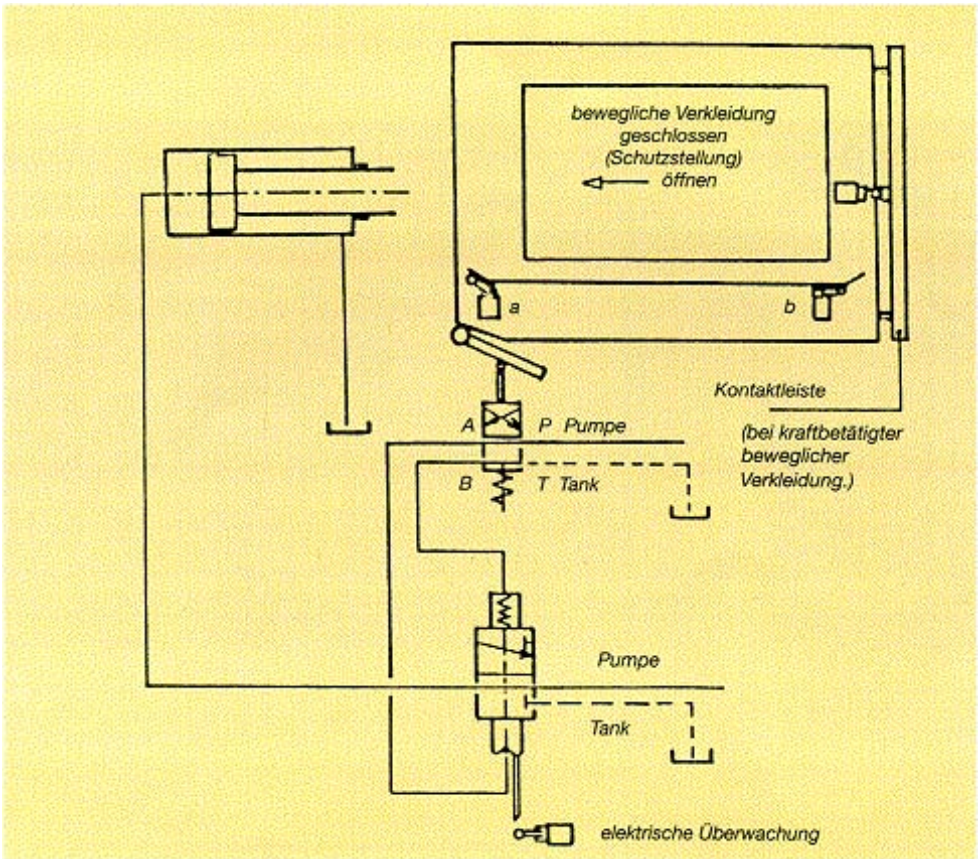


Bild 21: Sicherheitsschaltung für hydraulischen Antrieb (vorgesteuert)

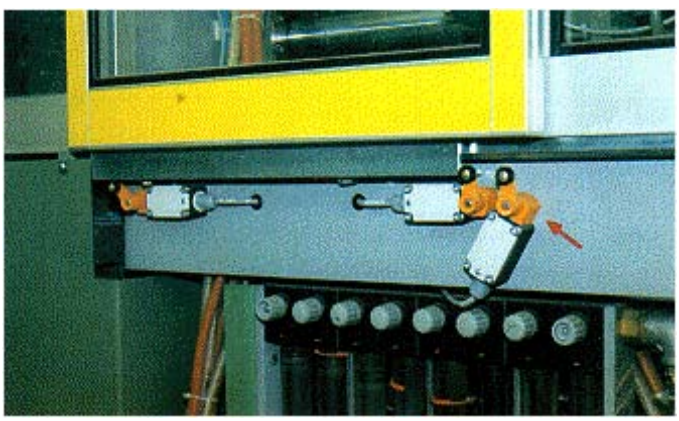


Bild 22: Der rechte Positionsschalter steuert die hydraulische Schließsicherung an.

Die hydraulisch wirkende Schließsicherung wird bei Spritzgießmaschinen mit Tunnelhaube oder bei größeren Spritzgießmaschinen mit Schiebetüren auf der Bedien- und Rückseite mit Vorrichtungen, die an den Tunnelhauben oder den Schiebetüren befestigt sind, beim Öffnen zwangsläufig betätigt. Die Anordnung nach Bild 20 entspricht der Ausführung A.1.1.1 nach EN 201. Das zusätzliche hydraulische Ventil wird zwangsläufig und direkt von der beweglichen trennenden Schutzeinrichtung betätigt, wenn die bewegliche trennende Schutzeinrichtung geöffnet wird.

Die Anordnung nach Bild 21 entspricht der Ausführung A.1.1.3 nach EN 201. Hier wird das zusätzliche hydraulische Ventil durch ein Vorsteuerventil angesteuert.

Die Anordnung nach Bild 22 entspricht der Ausführung A.1.1.2 nach EN 201. Hier wird das zusätzliche hydraulische Ventil durch einen zusätzlichen Positionsschalter angesteuert.

Bei älteren Maschinen findet man anstelle einer hydraulischen Schließsicherung eine mechanisch wirkende Schließsicherung.

Dies ist z.B. eine Stange, die beim Öffnen der beweglichen Verkleidung zwangsläufig zwischen die Aufspannplatten eingeführt wird und damit die Schließbewegung verhindert. Sie muß sich selbsttätig den Werkzeugabmessungen und damit den von Werkzeug zu Werkzeug unterschiedlichen Abständen zwischen den Aufspannplatten anpassen.

Nur die Rastenstange erfüllt die o.g. Anforderungen. Dadurch, daß diese Stange Rasten hat und bei maximaler Öffnung der beweglichen Aufspannplatte noch in die feste Aufspannplatte eintaucht, ist die selbsttätige Einstellung auf die jeweilige Bauhöhe des Werkzeuges gegeben und ein Unwirksammachen auf einfache Weise nicht möglich (s. Bild 23). Eine Klinke, die an der festen Werkzeugaufspannplatte befestigt ist und die durch ihr Gewicht in eine der Rasten einrastet, verhindert nach jedem Öffnen der Schiebetür ein Schließen des Werkzeuges. Das Werkzeug kann erst dann wieder zugefahren werden, wenn über die Kurvenscheibe an der Schiebetür beim Schließen der Schiebetür die Klinke aus der Schutzstellung gebracht wird (Bild 24).

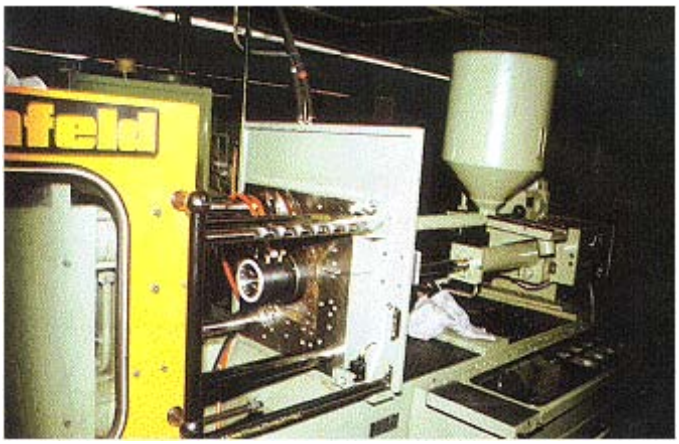


Bild 23: Mechanisch wirkende Schließsicherung (Rastenstange)

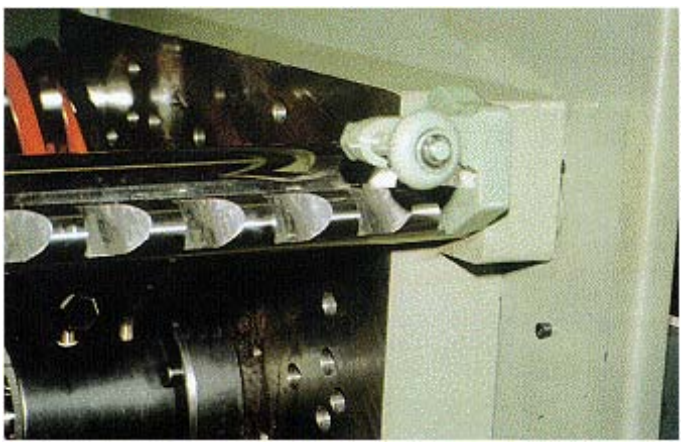


Bild 24: Rastenstange – Klinke eingerastet

Mechanisch wirkende Schließsicherungen werden seit Mitte der 80iger Jahre nicht mehr eingebaut, sondern nur noch hydraulisch wirkende Schließsicherungen. Mechanisch wirkende Schließsicherungen sind in der EN 201 nicht vorgesehen.

Bei Maschinen mit einer horizontalen Bewegung der Aufspannplatte, bei denen von oben in den Werkzeugbereich eingegriffen werden kann, ist der Zugriff im Fall einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung der Typ II nach EN 201 zu wählen. Alternativ sind die Sicherheitsabstände nach EN 294, Tabelle 2 durch Konstruktion (Höhe der Maschine) oder

durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen einzuhalten. (Bild 13, aufgesetzter Kragen).

Die Sicherung von seitlich in den Werkzeugbereich eingreifenden Handlinggeräten ist mit einer Schutzeinrichtung Typ III zu gestalten und wird im Kapitel 1.2.9 (Zusatzeinrichtungen an Spritzgießmaschinen) beschrieben.

1.2.2 Bereich der Ausfallöffnung

Die Ausfallöffnung ist so zu gestalten, daß die Bedienperson selbst in gebückter Haltung weder mit der Hand durch die Ausfallöffnung an das Werkzeug gelangen kann (s. Bild 25), noch unter der Abschirmung hindurch den Raum unter den Werkzeugen und der Schließeinheit betreten kann.

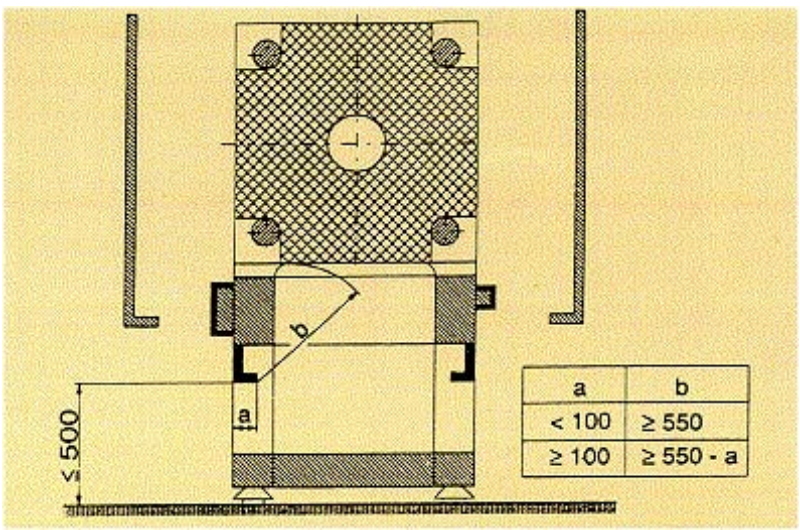


Bild 25: Schematische Darstellung einer ausreichend gesicherten Ausfallöffnung aus EN 201

Die Gestaltung bzw. die Sicherung der Ausfallöffnung richtet sich nach der Größe des Spritzteiles und nach Art des Abtransportes. Diese beiden Bedingungen sind dem Hersteller der Spritzgießmaschine in der Regel nicht bekannt. Deshalb muß sich der Betreiber darum kümmern, wie die Sicherung zu gestalten ist.

Bild 26 zeigt eine ungesicherte Ausfallöffnung

Bild 26: Ungesicherte Ausfallöffnung

Bei Spritzgießmaschinen mit einem Ausfallschacht nach unten muß der Schacht so tief herabreichen, daß ein Zugriff zum Werkzeug nicht möglich ist (Bild 27). Bei Spritzgießmaschinen mit seitlicher Ausfallöffnung genügt meistens das Anbringen einer Blende (Bild 28) oder eine Kombination von Ausfallschacht und Blende (Bild 29).

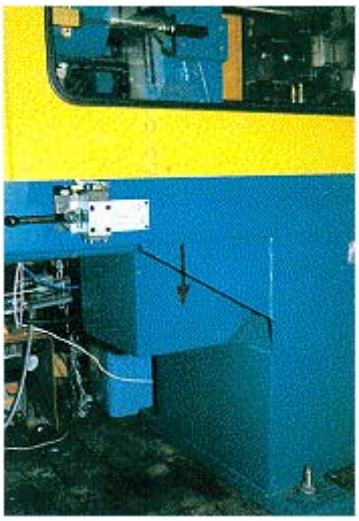


Bild 27: Ausfallschacht nach unten

Bild 28: Ausfallöffnung mit Blende verkleinert

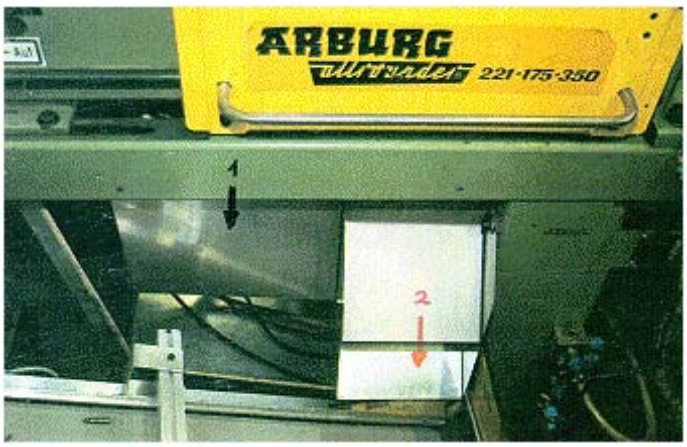


Bild 29: Ausfallöffnung mit Blende (1) und Schacht (2)

Bei großen Maschinen fallen in der Regel die Spritzlinge unter dem Werkzeug heraus und werden durch Fördereinrichtungen abtransportiert (s. Bild 30 und 31). Meistens ist durch diese Fördereinrichtung ein Hineingreifen in die Werkzeuge von unten nicht mehr möglich und somit ausreichend Schutz gegeben. Falls nicht, sind noch zusätzliche Maßnahmen, die ein Hineingreifen von unten in die Werkzeuge verhindern, zu ergreifen.

Bild 30: Ausfallschacht gesichert durch Schutzkorb mit Rohrleitung

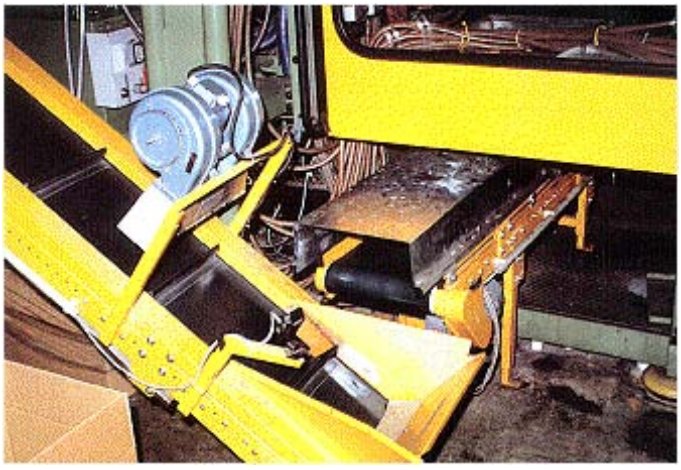


Bild 31: Abtransport durch Fördereinrichtung

Ist die Fördereinrichtung nicht fest angebracht, besteht die Gefahr, daß sie entfernt wird und die Ausfallöffnung dann ungesichert ist.

In diesem Fall muß die Fördereinrichtung mit einem Positionsschalter versehen werden (Bild 32), der über den Steuerkreis auf die Hauptabschalteinrichtung des Kraftkreises wirkt.

Dadurch wird die Fördereinrichtung zu einer Schutzeinrichtung Typ I nach EN 201.

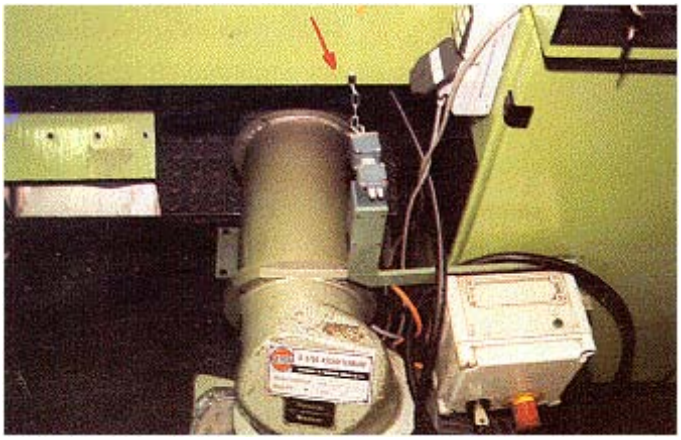


Bild 32: Fördereinrichtung über Positionsschalter mit dem Steuerkreis verriegelt

1.2.3 Bereich der Schließeinheit

An der Schließeinheit bestehen Quetsch- und Scherstellen durch den Knie- oder Spreizhebel und die Führungsholme der beweglichen Aufspannplatte (s. Bild 33). Bei direkt über Zylinder/Kolben bewegter Aufspannplatte besteht ebenfalls Quetsch- und Schergefahr gegenüber feststehenden Maschinenteilen.

Hier sind durchgriffsichere Verkleidungen so anzubringen, daß sie nur mit Hilfe eines Werkzeuges entfernt werden können (s. Bild 34 und 35).

Feststehende trennende Schutzeinrichtungen (fest verschraubte Verkleidungen) sind nach EN 201 zulässig, wenn der Zugang nur für Instandsetzung und Wartung der Maschine erforderlich ist.

Im Fall einer beweglichen trennenden Schutzeinrichtung ist eine Ausführung nach Typ II (EN 201) erforderlich (Bild 36).

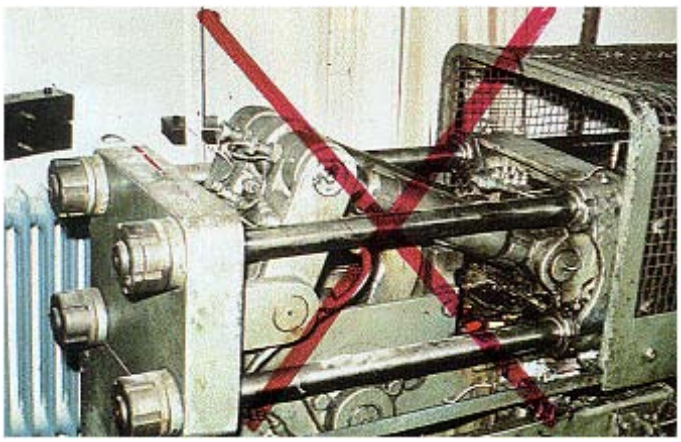


Bild 33: Ungesicherter Kniehebelantrieb

Bild 34: **Spreizhebel gesichert durch verschraubte Verkleidung mit Sichtfenster**

Bild 35: **wie Bild 34, fest verschraubte Blechverkleidung der Schließeinheit**

Bild 36: **Bewegliche trennende Schutzeinrichtung vor dem Schließmechanismus**

1.2.4 Düsenbereich

Eine gefährliche Quetschstelle besteht zwischen fester Aufspannplatte und Düsenmund, wenn dieser an die Aufspannplatte heranfährt (s. Bild 37).

Aus wärmetechnischen Gründen kann das Abheben des Düsenmundes von der festen Aufspannplatte nach jedem Spritzvorgang erforderlich sein. Die Quetschstelle ist daher durch elektrisch verriegelte Verkleidungen zu sichern (s. Bild 38 und 39). Die Ausführung muß Typ I (EN 201) entsprechen.

Bild 37: **Quetschstelle zwischen fester Aufspannplatte und heranfahrendem Düsenmund**

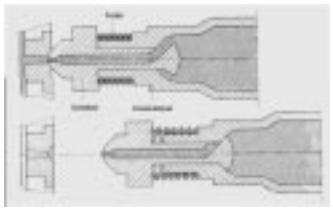


Bild 37a: **oben Düsenmund an die Aufspannplatte herangefahren, unten Düsenmund zurückgefahren (aus Kunststoffverarbeitung im Gespräch, 1. Spritzgießen, BASF AG, 67056 Ludwigshafen)**

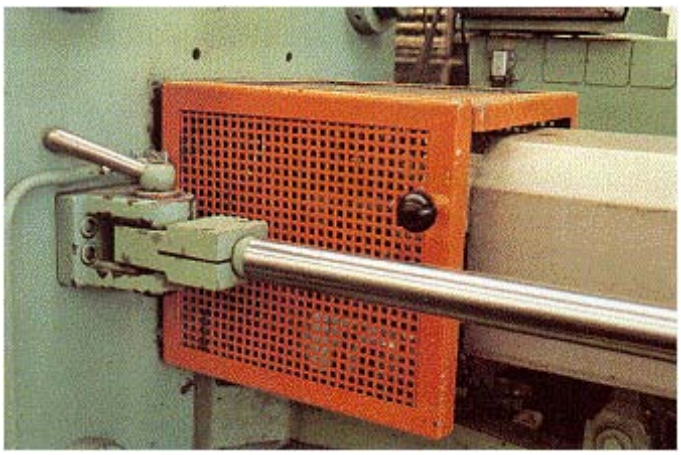


Bild 38: **Sicherung des Düsenbereiches durch bewegliche Verkleidung**

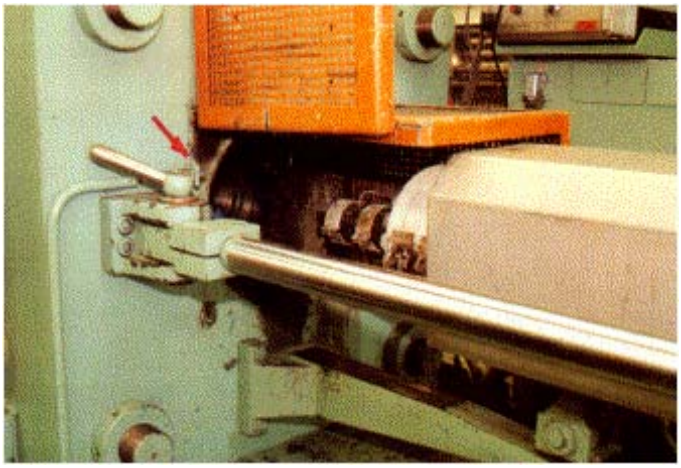


Bild 39: Verkleidung geöffnet, Positionsschalter unbetätigt

1.2.5 Bereich der Spritzeinheit

Im Bereich des Plastifizierungszylinders besteht die Gefahr von Verbrennungen an heißen Maschinenteilen wie z.B. an Düse oder Extrudermantel. Maschinenteile gelten als heiß, wenn ihre Oberfläche eine Temperatur von 60 °C und mehr hat. Durch Isolierung der heißen Maschinenteile bzw. Verkleiden mit Blech kann die Berührungstemperatur gesenkt werden (Bild 40).

Bild 41 zeigt eine neue Maschine mit Zugriffsicherung zum Düsenbereich und zum Plastifizierungszylinder durch bewegliche Verkleidung aus Plexiglas und Positionsschalter (entspricht Schutzeinrichtung Typ I, EN 201). Über dem Plastifizierungszylinder befindet sich eine Blechverkleidung, außerdem ist ein Warnhinweis auf die Verbrennungsgefahr angebracht.

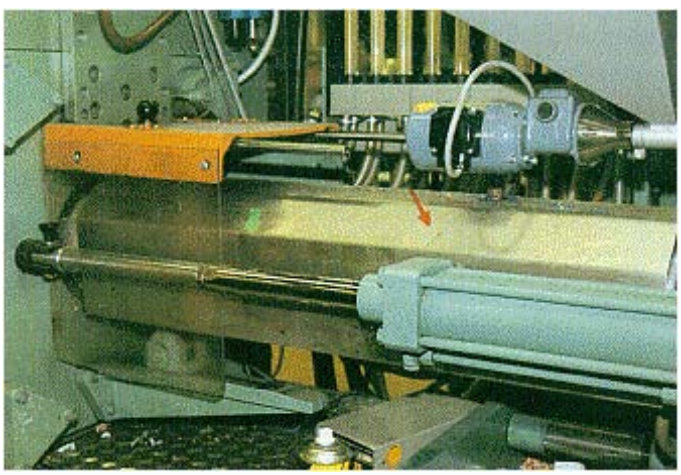


Bild 40: Blechverkleidung über dem Plastifizierungszylinder

Bild 41: Zugriffsicherung zum Düsenbereich und zum Plastifizierungszylinder durch bewegliche Verkleidung,entspricht Typ I, EN 201

Jeder Kunststoff hat einen Temperaturbereich, bei dem er am günstigsten verarbeitet werden kann. Dieser Temperaturbereich wird an der Maschine eingestellt. Ein Regelkreis sorgt im Normalbetrieb für die Einhaltung der richtigen Temperatur (s. Bild 42 und 43). Ein unbeabsichtigter Anstieg der Temperatur kann z.B. eintreten,

- wenn der Temperaturregler versagt
- wenn auf der Maschine bei voller Heizleistung längere Zeit nicht gespritzt wird (z.B. Pausen, Störungen)
- wenn sich in der Düse ein Pfropfen – bedingt durch den Ausfall der Düsenheizung – gebildet hat und infolgedessen kein Materialfluß stattfindet.

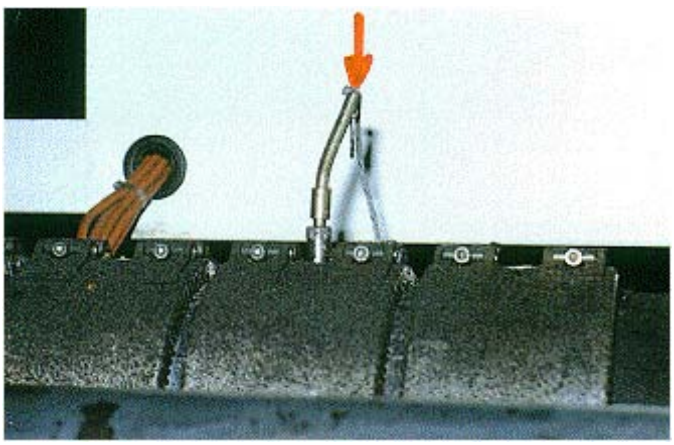


Bild 42: Temperaturfühler am Plastifizierungszylinder

Bild 43: Soll- und Istwertanzeige der Temperatur an 6 Positionen des Plastifizierungszylinders

Steigt die Temperatur zu stark an, wird der Kunststoff zu dünnflüssig, wodurch die Gefahr besteht, daß der überhitzte Kunststoff zwischen der Düse und dem Werkzeug bzw. nach Eintritt in das geschlossene Werkzeug aus den Trennfugen herausspritzen kann. Einige Kunststoffe neigen schon bei geringer Überschreitung der Verarbeitungstemperatur zur Zersetzung, z.T. in gasförmige Produkte. Dies ist mit einer Drucksteigerung verbunden, die ein plötzliches Herausspritzen des überhitzten Kunststoffes zusammen mit den gasförmigen Zersetzungsprodukten entweder aus der Düse oder aus dem Massetrichter bewirken kann. Die Zersetzungsprodukte einiger Kunststoffe sind gesundheitsschädlich (siehe Kapitel "Gefahrstoffe in der Kunststoffverarbeitung“. Sollte bei der Behebung von Unregelmäßigkeiten, durch Versagen des Temperaturreglers verursacht oder sich in der Düse ein Pfropfen gebildet haben, so ist unbedingt zum Schutz gegen Herausspritzen von überhitztem Kunststoff ein Gesichtsschutz zu tragen.

1.2.6 Bereich der Einfüllöffnung

Bei älteren Spritzgießmaschinen besteht an der Dosiereinrichtung zwischen Dosierkolben und Schachtwand der Schauöffnung Quetschgefahr (s. Bild 44). Ein ausreichend hoher Trichter verhindert, daß diese Quetschstelle mit den Fingern erreicht werden kann.

Bei abklappbaren oder wegschwenkbaren Fülltrichtern ist der Schacht so tief zu gestalten, daß der Schneckengang mit den Fingern nicht erreicht werden kann, bzw. die Fülltrichter sind so elektrisch zu verriegeln, daß bei abgeklapptem oder weggeschwenktem Fülltrichter die Rotation des Schneckenkolbens abgeschaltet wird.

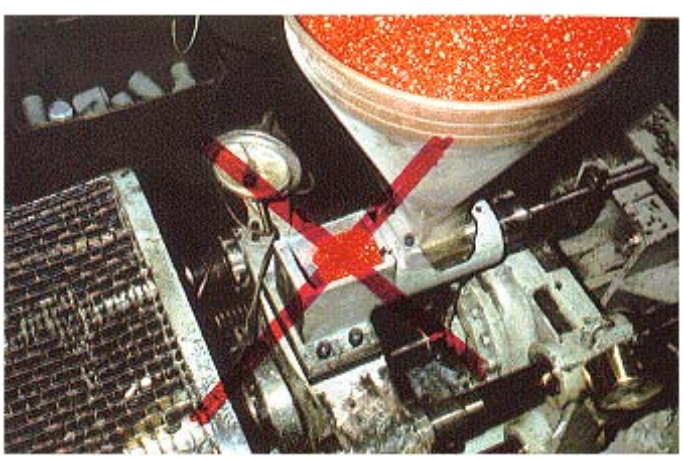


Bild 44: Quetschstelle an Schauöffnung ungesichert

1.2.7 Zusätzliche Sicherungen an Großmaschinen

Großmaschinen sind Maschinen mit Zugang des gesamten Körpers zum Werkzeugbereich. Hier müssen zusätzliche Schutzeinrichtungen vorgesehen werden.

Dies ist der Fall bei folgenden Maschinen:

- Maschinen mit horizontaler Schließeinheit und Holmen (s. Bild 45), wenn:
  - eine Standfläche im Werkzeugbereich vorhanden ist und
  - e_1 oder e_2 > 1200 mm
- Maschinen mit horizontaler Schließeinheit ohne Holme (s. Bild 46), wenn:
  - a < 850 mm und e_1 > 400 mm und e_2 > 400 mm oder
  - e_1 > 1200 mm oder
  - e_2 > 1200 mm

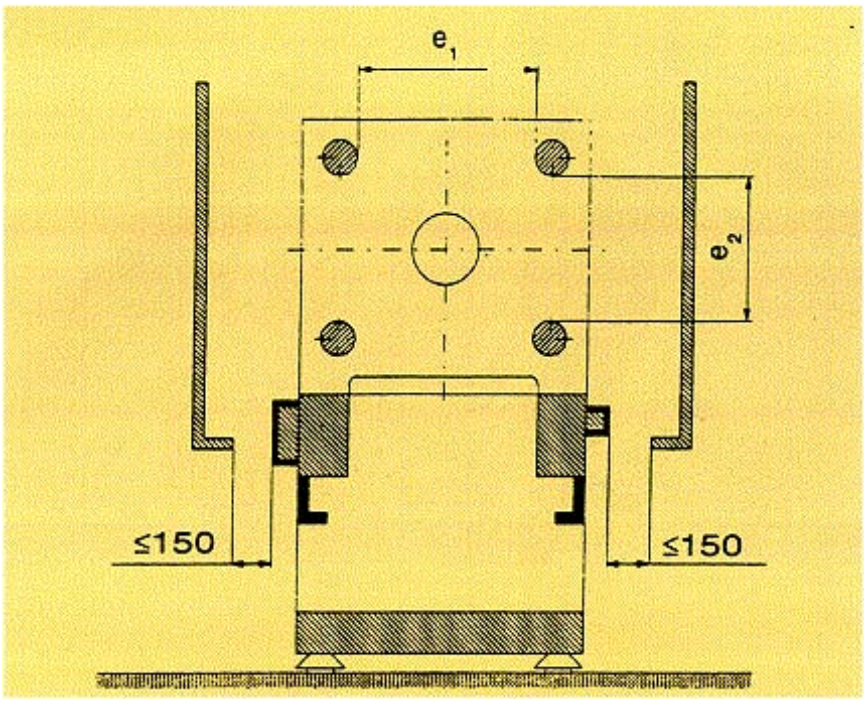


Bild 45: Maße e_1 und e_2 bei Maschinen mit Holmen

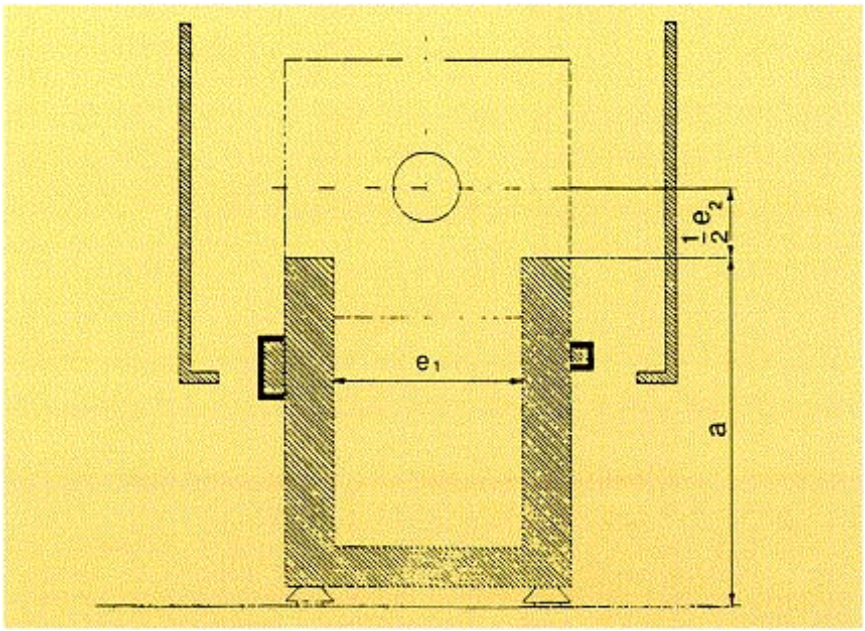


Bild 46: Maße e_1 und e_2 bei holmlosen Maschinen

Diese zusätzlichen Schutzeinrichtungen müssen bestehen aus:

- Einrichtungen, z.B. mechanischen Klinken, die ein unbeabsichtigtes Schließen seitlicher beweglicher trennender Schutzeinrichtungen verhindern. Sie müssen bei jeder Öffnungsbewegung der trennenden Schutzeinrichtung wirksam werden. Ein separates Zurückstellen dieser Einrichtungen muß nötig sein, ehe ein weiterer Zyklus eingeleitet werden kann. Die Stelle, von der aus die Einrichtungen zurückgestellt werden, muß einen guten Überblick über den Werkzeugbereich gewährleisten, falls erforderlich durch die Verwendung von Sichthilfen. Die richtige Funktion dieser Einrichtungen muß durch Positionsschalter während jedem Bewegungszyklus der trennenden Schutzeinrichtung mindestens einmal überwacht werden, so daß ein Fehler in der Einrichtung oder ihren Positionsschaltern selbsttätig erkannt und jede Einleitung einer weiteren Schließbewegung der Aufspannplatte verhindert wird.

  Bei allen kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtungen, bei denen diese Einrichtungen vorgesehen sind, muß die Schließbewegung der trennenden Schutzeinrichtung über eine Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung erfolgen, die so angeordnet ist, daß ein guter Überblick über den Werkzeugbereich gegeben ist
- und wenigstens einer NOT-AUS-Einrichtung nach EN 60 204-1, Kategorie 0 in vom Werkzeugbereich leicht erreichbarer Lage, auf allen Seiten, an denen Schutzeinrichtungen Typ III vorgesehen sind
- und, für Maschinen mit horizontaler Schließeinheit, Einrichtungen zum Erkennen des Aufenthalts von Personen im Werkzeugbereich, z.B. berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen nach prEN 50 100-1, Typ 2 oder Schaltmatten, oder Schaltplatten nach prEN 1760-1, Kategorie 2.

Diese zusätzlichen Schutzeinrichtungen müssen beim Einschalten der Maschine wirksam werden und bei Aufenthalt von Personen in diesem Bereich:

- den Steuerkreis der Schließbewegung der Aufspannplatte unterbrechen und bei kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtungen auch den Steuerkreis der Schließbewegung der trennenden Schutzeinrichtung unterbrechen und
- ein Einspritzen in den Werkzeugbereich verhindern und
- das Einleiten eines weiteren Zyklus verhindern.

Bild 47 zeigte eine Großmaschine mit Zutritt zwischen die Werkzeughälften.

Besteht die Möglichkeit des Zuganges des gesamten Körpers zwischen beweglicher Verkleidung und Werkzeugbereich (Bild 48), müssen wie vorher beschrieben, zusätzliche Schutzeinrichtungen zum Erkennen des Aufenthalts von Personen in diesem Bereich, wie z.B. berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen nach prEN 50 100-1, Typ 2, oder Schaltmatten oder Schaltplatten nach prEN 1760-1, Kategorie 2, vorhanden sein und wirken. Kein Zugang besteht, wenn die Distanz zwischen beweglicher Verkleidung und Werkzeugbereich < 150 mm beträgt (siehe Bild 45).

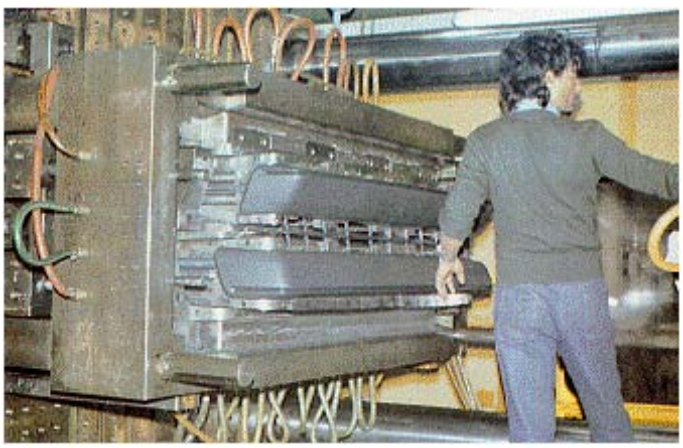


Bild 47: Person steht auf einer Schaltplatte

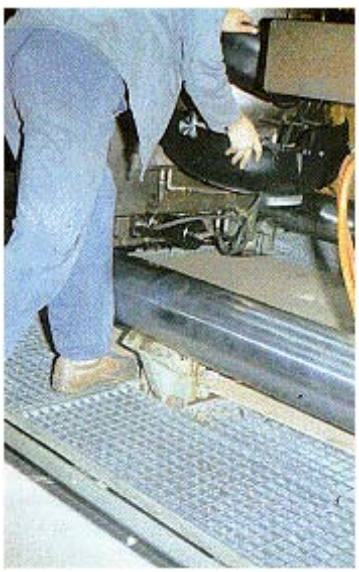


Bild 48: Bodenkontaktplatten als Standfläche zwischen beweglicher Verkleidung und Werkzeug

1.2.8 Kernzüge und Auswerfer

Sind durch Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer Scher- und Quetschstellen vorhanden, so ist der Zugang zu diesen zu verhindern. D.h., daß Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer nur dann möglich sein dürfen, wenn die Verkleidungen (Schiebetüren) des Werkzeugbereiches geschlossen sind. Entstehen durch Bewegungen der Kernzüge und Auswerfer keine gefährlichen Scher- und Quetschstellen, so dürfen diese auch bei geöffneten Verkleidungen (Schiebetüren) erfolgen (s. Bild 49, 50, 51 und 52).

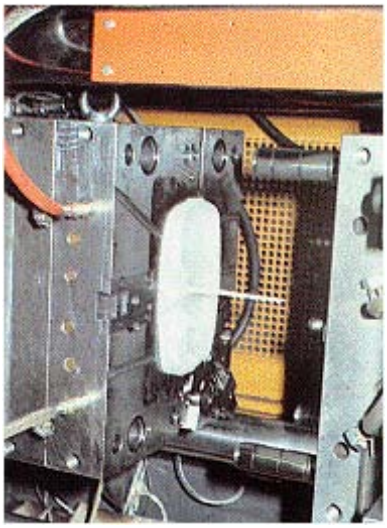


Bild 49: **Werkzeug geöffnet – Spritzling noch im Werkzeug**

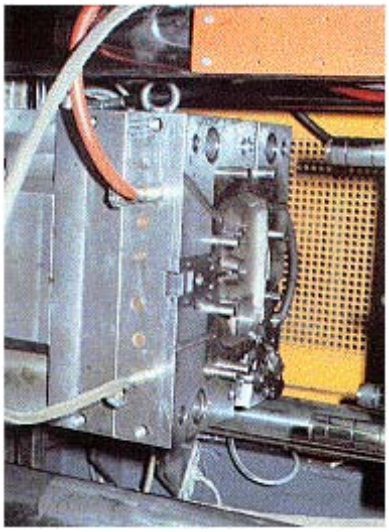


Bild 50: **Werkzeug geöffnet – Spritzling aus dem Werkzeug**

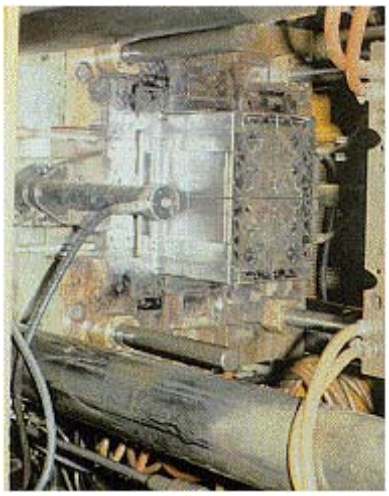


Bild 51: **Werkzeug geöffnet – Auswerferrahmen in Ausgangsstellung**

Bild 52: **Werkzeug geöffnet – Auswerferrahmen vorgefahren, gefährliche Quetschstelle zwischen feststehender Aufspannplatte und Vorderzylinder des Auswerferrahmens vorhanden**

1.2.9 Zusatzeinrichtungen an Kunststoffspritzgießmaschinen (Handling-Geräte)

In zunehmendem Maße übernehmen heute Entnahmegeräte (sog. Handling-Geräte) an Spritzgießmaschinen die Tätigkeit der früheren Bedienungsperson. Mußte diese noch von Hand die Tunnelhaube öffnen und den Anguß und/oder den Spritzling ebenfalls von Hand nach Beendigung des Spritzgußvorgangs entnehmen, greift bei dieser Lösung der Arm des Entnahmegerätes durch die, für diesen Zweck ausgeschnittenen Öffnung in der Tunnelhaube, entnimmt den Anguß und/oder den Spritzling zwischen den Werkzeughälften und wirft ihn in einen Auffangbehälter oder auf ein Förderband.

Der Anschluß von Zusatzeinrichtungen darf das in der EN 201 festgelegte sicherheitstechnische Niveau der Spritzgießmaschine nicht reduzieren d.h.: Der Anschluß von Zusatzeinrichtungen einschließlich der dazu erforderlichen Änderungen der Schutzeinrichtungen der Maschine darf keinen ungesicherten Zugriff oder Zugang zu den Gefahrenbereichen der Maschine ermöglichen.

Dies ist bei Handlinggeräten, die von oben in den Werkzeugbereich eingreifen dann der Fall, wenn die Sicherheitsabstände nach EN 294, Tabelle 2 eingehalten sind (Bild 53, 54).

Besteht durch die Bewegungen des Handlinggerätes Verletzungsgefahr, ist das Handlinggerät durch trennende Schutzeinrichtungen (Verkleidung) zu sichern (Bild 53, 54).

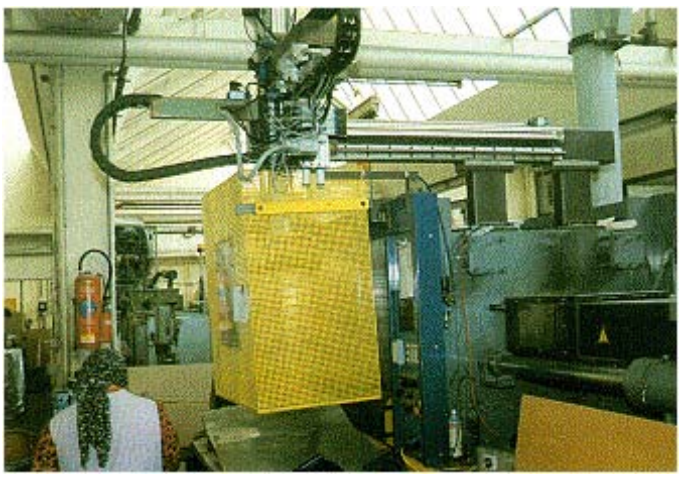


Bild 53: **Von oben eingreifendes Handlinggerät, Verkleidung des Bewegungsbereiches**

Bild 54: Von oben eingreifendes mehrstufiges Handlinggerät mit Verkleidung des Bewegungsbereiches

Bei Handlinggeräten, die von der Seite her in den Werkzeugbereich eingreifen, ist eine höhere Schutzstufe erforderlich. Auf der Wirkseite des Handlinggerätes ist die Schiebetür, die den Zugriff zum Werkzeug normalerweise sichert, entweder ganz entfernt oder durchbrochen. Durch eine trennende Schutzeinrichtung (Umzäunung) rings um das Handlinggerät muß der Zugriff oder Zugang zum Werkzeugbereich der Spritzgießmaschine oder zum Bewegungsbereich des Handlinggerätes gesichert werden (Bild 55). Die Schutzeinrichtung muß Typ III, EN 201 entsprechen. Da das direkt betätigte hydraulische Ventil von der Maschine nur mit erheblichem Aufwand entfernt und an die Zugangstür in der Umzäunung verlegt werden kann, empfiehlt sich ein hydraulisches Ventil, das von einem zusätzlichen elektrischen Positionsschalter an der Tür angesteuert wird. Analog zur Sicherung der Schiebetür am Werkzeugbereich der Spritzgießmaschine sind auch an der Zugangstür in der Umzäunung zwei elektrische Positionsschalter (Öffner und Schließer) anzubringen und mit der Steuerung zu verbinden (Bild 56).

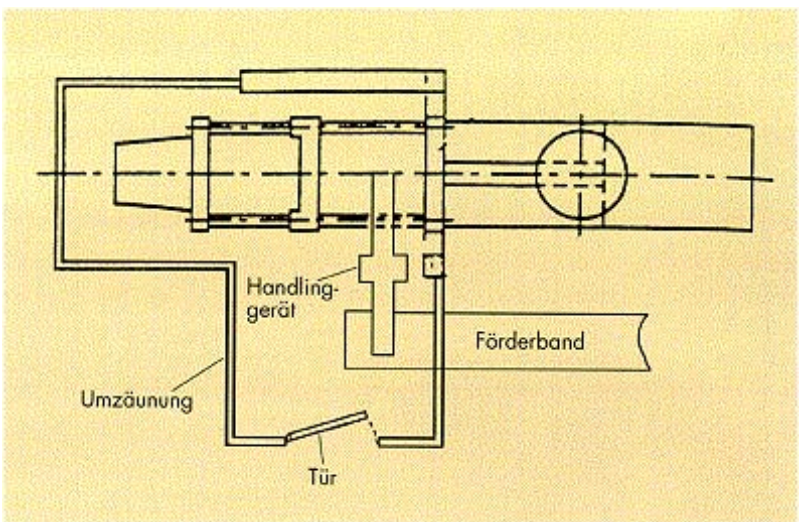


Bild 55: Seitlich eingreifendes Handlinggerät mit Umzäunung (Draufsicht)

Bild 56: **Umzäunung eines seitlich eingreifenden Handlinggerätes.**
1) Öffner und Schließer an der Tür,
2) Steckverbindung, die das hydraulische Ventil des Werkzeug-Kraftkreises ansteuert.

1.2.10 Spritzgießmaschinen mit vertikaler Schließbewegung der Aufspannplatte

Diese Maschinen findet man seltener als horizontale Spritzgießmaschinen. Die Anforderungen an die Schutzeinrichtungen sind jedoch dieselben wie vorher beschrieben. Es gibt Unterkolbenmaschinen, bei denen die bewegliche Aufspannplatte von unten her zur feststehenden Aufspannplatte bewegt wird (Bild 57, 58) und Oberkolbenmaschinen mit umgekehrter Anordnung. Bei kraftbetätigter Schließbewegung der Tunnelhaube (oder Hubtüre bei großen Maschinen), muß durch Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (z.B. Schaltleiste in Bild 57) sichergestellt werden, daß keine Quetsch- und Schergefahr auftritt. Bei Oberkolbenmaschinen sind noch weitere Schutzmaßnahmen zu treffen:

- Hydraulische oder pneumatische Oberkolbenmaschinen sind gegen unbeabsichtigtes Absinken der Aufspannplatte infolge Eigengewicht mit zwei Hochhalteeinrichtungen, welche hydraulische Ventile sein können, auszurüsten. Solche Ventile sind vorzugsweise direkt oder möglichst nahe am Zylinder anzuordnen; dabei ist eine geflanschte (Bördel- oder Schweißflansch) Verrohrung oder eine Bördelverschraubung zu verwenden.

Bild 57: Unterkolbenmaschine, bewegliche Tunnelhaube geöffnet. Abschaltleiste an der Tunnelhaube

Bild 58: Wie Bild 57, Tunnelhaube geschlossen

Falls eine der Abmessungen der Aufspannplatte größer als 800 mm ist und der Hub größer als 500 mm sein kann, muß mindestens eine der Hochhalteeinrichtungen mechanisch wirken. Diese mechanischen Hochhalteeinrichtungen müssen selbsttätig über die gesamte Hubhöhe beim Öffnen der beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen des Werkzeugbereichs oder beim Ansprechen anderer Schutzeinrichtungen für den Werkzeugbereich wirksam werden. Wenn die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen des Werkzeugbereichs so lange nicht geöffnet werden können, bis die Aufspannplatte die maximale obere Endlage erreicht hat, sind mechanische Hochhalteeinrichtungen, die nur in der oberen Endlage wirksam werden, ausreichend.

Bei Ausfall einer Hochhalteeinrichtung muß die andere Hochhalteeinrichtung die Bewegung der Aufspannplatte durch Schwerkraft aufhalten. Die Hochhalteeinrichtungen müssen selbsttätig so überwacht werden, daß bei Ausfall einer Hochhalteeinrichtungt

- dies selbsttätig erkannt wird, und
- die Einleitung einer weiteren Abwärtsbewegung der Aufspannplatte verhindert wird.

1.2.11 Gesundheitsgefahren

Flüchtige Stoffe, die bei der Verarbeitung von Formmassen entstehen und durch die Entgasungsöffnungen in der Spritzeinheit austreten können, sind wirksam abzusaugen.

Flüchtige Stoffe können z.B. frei werden, wenn die von den Kunststoffherstellern angegebenen Verarbeitungstemperaturen überschritten werden. So besteht z.B. die Gefahr der Bildung von Salzsäure, wenn PVC (Polyvinylchlorid) verarbeitet und überhitzt wird. Siehe hierzu das Kapitel „Gefahrstoffe in der Kunststoffverarbeitung".

1.2.12 Sonstige Gefahren

Der Schaltschrank für die elektrischen Einrichtungen ist verschlossen zu halten, damit niemand unbefugt an stromführende Teile gelangen kann. Sollte bei geschlossenen Türen die Belüftung nicht genügen, müssen die Belüftungsverhältnisse verbessert werden. Weiterhin ist darauf zu achten, daß alle Kontakte und Zuleitungen, insbesondere die Beheizung, vorschriftsmäßig isoliert sind.

An einigen Maschinen befinden sich Druckausgleichsbehälter, um Druckschwankungen im Hydrauliksystem auszugleichen (s. Bild 59).

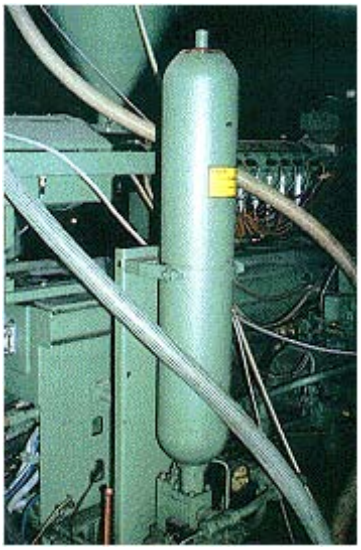


Bild 59: Druckausgleichsbehälter an einer Spritzgießmaschine

Als Druckpolster darf dafür nur ein inertes Gas, wie z.B. Stickstoff verwendet werden. Außerdem fallen diese Druckbehälter unter die Druckbehälterverordnung. Sie sind je nach Inhalt und Druck regelmäßigen Prüfungen durch Sachverständige zu unterziehen.

Werden kraftbetriebene Hebezeuge zum Einrichten und Instandsetzen von Spritzgießmaschinen verwendet, sind diese ebenfalls regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, durch einen Sachkundigen zu überprüfen.

1.3 Einrichten

Das Einrichten (Werkzeugwechsel) darf nur unter Schutz erfolgen.

Voraussetzung für das Einrichten unter Schutz ist die genaue Zentrierung der Werkzeughälften untereinander sowie des ganzen Werkzeuges gegenüber den Aufspannplatten.

Einrichten oder Schutz bedeutet, daß das Verfahren der beweglichen Aufspannplatte nur bei geschlossenen Schiebetüren oder Tunnelhauben möglich sein darf. Viele Unfälle an

Spritzgießmaschinen ereigneten sich dadurch, daß unter Zuhilfenahme der "Einrichtschaltung" das Werkzeug bei geöffneter Tunnelhaube oder geöffneten Schiebetüren zusammengefahren werden konnte. Daher wurden bereits 1972 die „Einrichtschaltungen" verboten.

1.4 Schutzalter, Beheben von Störungen und Instandhalten

Jugendliche dürfen an Spritzgießmaschinen nicht beschäftigt werden. Dies gilt nicht für die Beschäftigung Jugendlicher über 15 Jahre, soweit dies zur Erreichung ihres Ausbildungszieles erforderlich ist und ihr Schutz durch die Aufsicht eines Fachkundigen gewährleistet ist. Bei der Ausbildung Jugendlicher zum Kunststoff-Formgeber ist der Ausbildungsrahmenplan für die Berufsausbildung zum Kunststoff-Formgeber zu befolgen.

Versicherte über 18 Jahre dürfen mit der Bedienung, der Wartung und dem Einrichten von Spritzgießmaschinen nur beschäftigt werden, wenn sie ausreichend unterrichtet sind und zu erwarten ist, daß sie ihre Aufgaben zuverlässig erfüllen (zu den Einrichtarbeiten gehören auch die Einstellung und Überprüfung der Funktion der Sicherheitseinrichtungen).

Sollen Spritzgießmaschinen instandgesetzt oder Störungen behoben werden, müssen sie abgeschaltet und, sofern die Maschinen hydraulisch oder pneumatisch betrieben werden, drucklos gemacht werden. Sind an Spritzgießmaschinen Hochdruckschläuche vorhanden, sind besonders die Stellen, an denen die Schläuche eingebunden sind, zu kontrollieren. Werden bei der Bedienung einer Spritzgießmaschine Unregelmäßigkeiten festgestellt, müssen diese unverzüglich dem Vorgesetzten gemeldet werden. Stellt dieser eine die Sicherheit beeinträchtigende Störung fest, muß die Maschine sofort stillgesetzt werden. Die Maschine darf erst wieder in Betrieb genommen werden, wenn die Störung einwandfrei beseitigt ist und alle Schutzeinrichtungen wieder angebracht worden sind. Mängel an der Maschine und ihren Sicherheitseinrichtungen dürfen nur von befugten Personen behoben werden.

Nach dem Einrichten, Beheben von Störungen und dem Instandsetzen ist stets, z.B. anhand folgender Kontroll-Liste, zu prüfen, ob die Schutzeinrichtungen vorhanden und wirksam sind:

1. Ist der Zugriff zu Gefahrenstellen wirksam verhindert (insbesondere an Ausfallöffnungen, Antrieben, Düsenbereichen, Heizbändern)?
2. Betätigen die beweglichen Verkleidungen Grenztaster und hydraulische Ventile mechanisch einwandfrei?
3. Wirkt die hydraulische Schließsicherung?
4. Entstehen bei geöffneter Verkleidung durch Bewegungen der Auswerfer und/oder Zusatzeinrichtungen am Werkzeug Scher- und Quetschstellen?
5. Entstehen durch das sich öffnende Werkzeug bei bereits geöffneter Verkleidung Scher- und Quetschstellen?
6. Stimmt die Temperatureinstellung mit der vom Hersteller des Kunststoffes angegebenen Arbeitstemperatur überein?

2 Sonstige Maschinen zur Be- und Verarbeitung von Kunststoffen

2.1 Vorschriften und übergreifende Anforderungen

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an Maschinen zur Be- und Verarbeitung von Kunststoffen (ausgenommen Spritzgießmaschinen) sind in der UVV "Arbeitsmaschinen der chemischen Industrie, der Gummi- und Kunststoffindustrie" (VBG 22) geregelt. Die Schutzalterbestimmungen entsprechen denen bei Kunststoffspritzgießmaschinen (Ziffer 1.4).

Europäische Normen für Arbeitsmaschinen der chemischen Industrie, der Gummi- und Kunststoffindustrie sind teils schon erlassen, z.B.:

- EN 422 Blasformmaschinen zur Herstellung von Hohlkörpern,

teils noch im Entwurfsstadium, z.B.:

- prEN 12 012-2 Rührwerke
- prEN 12 301 Kalander
- prEN 12 409 Warmformmaschinen
- prEN 1612-1 und 2 Reaktionsgießmaschinen
- prEN 1417 Walzwerke

In der Unfallverhütungsvorschrift "Arbeitsmaschinen der chemischen Industrie, der Gummi- und Kunststoffindustrie" sind übergreifende Anforderungen geregelt. Die Regelungen in den EN bzw. prEN weichen von diesen nicht wesentlich ab.

Bei der Sicherung von Gefahrstellen, Gefahrquellen, wird verlangt, daß fest angebrachte, trennende Schutzeinrichtungen nur dort zulässig sind, wenn der Eingriff in den Gefahrbereich nicht betriebsmäßig erfolgt und daß sie sich auch nur mit Werkzeugen öffnen lassen; bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen oder Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion sind mit den Antrieben zu verriegeln oder zu verriegeln und zusätzlich mit einer Zuhaltung zu versehen.

(Verriegelung: Gefahrbringende Bewegungen werden beim Öffnen abgeschaltet,

Verriegelung mit Zuhaltung: Zuhaltung (formschlüssig) bis gefahrbringende Bewegungen beendet sind).

Für ein Zusammenfahren von Maschinenteilen unter der Schutzmaßnahme Kraftbegrenzung muß die Schließbewegung in zwei Abschnitte aufgeteilt sein. Im ersten Abschnitt der Schließbewegung muß die Schließkraft auf einen ungefährlichen Wert begrenzt sein. Der zweite Abschnitt ohne Kraftbegrenzung darf erst dann eingeleitet werden können, wenn die bewegten Teile sich auf einen ungefährlichen Abstand von mindestens 6 mm genähert haben.

Walzeneinzugsstellen sind durch fest angebrachte, trennende Schutzeinrichtungen zu sichern; Einzugsstellen, die sich aus verfahrenstechnischen Gründen nicht durch fest angebrachte, trennende Schutzeinrichtungen sichern lassen, müssen mit einer über die gesamte Breite der Walzeneinzugsstelle reichenden Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion gesichert sein.

Zweihandschaltungen müssen mindestens der Anforderungsstufe II und **berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen** mindestens der Anforderungsstufe BWS-T entsprechen, sofern nicht für die jeweilige Maschine weitergehende Anforderungen gestellt werden.

Begriffsbestimmungen

Im folgenden wird mehrfach auf verschiedene Anforderungsstufen an Zweihandschaltungen und berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen hingewiesen. Daher erfolgt hier die Begriffsbestimmung dieser Anforderungsstufen:

Zweihandschaltung

Dies ist eine Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung, die eine simultane Betätigung von zwei Stellteilen erfordert, um den Betrieb einer Maschine oder von Maschinenteilen in Gang zu setzen und aufrechtzuerhalten. Somit bietet sie eine Schutzmaßnahme für die Person, die die Stellteile betätigt.

Für die sicherheitstechnischen Anforderungen an Zweihandschaltungen galt bis jetzt die DIN 24 980. Bei der Abfassung dieses Manuskriptes lag aber bereits die europäische Norm über Zweihandschaltungen vor (EN 574). Die wesentlichen Bestimmungen werden im Anschluß an die bisher geltenden Anforderungen beschrieben.

Bisher geltende Anforderungen: Die Stellteile von Zweihandschaltungen sind so anzuordnen, daß deren Schutzwirkung nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden kann und die Stellteile nicht unbeabsichtigt betätigt werden können (Bild 60). Hinsichtlich der Anforderungen von Zweihandschaltungen an sicherheitsrelevante Funktionen werden vier Stufen unterschieden (Tab. 1).

Tab. 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Zweihandschaltungen verschiedener Stufen (DIN 24 980)

Anforderung	Stufe I	Stufe II	Stufe III	Stufe IV
Nur ein Steuerbefehl	*	*	*	*
Ortsverbindung	*	*	*	*
Rückzug eines Eingabebefehls	*	*	*	*
Rückstellkontrolle	–	*	*	*[1]
Kein Steuerbefehl durch Einzelfehler	–	*	*	*
Keine Einhandschaltung bei Fehler	–	*	*	*
Selbstüberwachung	–	–	*	*
Synchrone Betätigung	–	–	–	*

[1] Die synchrone Betätigung erfüllt die Anforderung nach Rückstellkontrolle

Bild 60: Zweihandsteuerblock

- Nur ein Steuerbefehl:

  Bei Betätigung der Stellteile der Zweihandschaltung darf jeweils nur ein Steuerbefehl erzeugt werden.

- Ortsbindung:

  Ein Steuerbefehl darf nur erzeugt werden können, solange beide Stellteile betätigt sind und die Ortsbindung beider Hände gegeben ist.

- Rückzug eines Eingabebefehls:

  Der Rückzug auch nur eines Eingabebefehls (z.B. durch Loslassen eines Stellteiles) muß den Steuerbefehl aufheben.

- Rückstellkontrolle:

  Nach dem Rückzug auch nur eines Eingangsbefehls darf ein erneuter Steuerbefehl (EIN-Befehl) erst wieder gegeben werden können, nachdem auch der andere Eingabebefehl zurückgezogen wurde.

- Kein Steuerbefehl durch Einzelfehler:

  Das Auftreten eines einzelnen Fehlers in der Zweihandschaltung darf keinen Steuerbefehl (EIN-Befehl) bewirken.

- Keine Einhandschaltung bei Fehler:

  Ein Fehler in der Zweihandschaltung darf diese nicht zur Einhandschaltung werden lassen.

- Selbstüberwachung:

  Nach dem Auftreten eines Fehlers in der Zweihandschaltung darf ein Steuerbefehl (EIN-Befehl) nicht mehr erzeugt werden können.

- Synchrone Betätigung:

  Ein Steuerbefehl darf durch die Zweihandschaltung nur dann erzeugt werden, wenn beide Eingangsbefehle synchron erfolgen. Eine Verzögerung von max. 0,5 sec. ist zulässig.

Beispiele: Zweihandschaltungen mit Anforderungen nach

Stufe I: werden bei kraftbetriebenen Arbeitsmitteln nicht akzeptiert

Stufe II: kraftbetriebene Gehrungsstanzen der Holzbearbeitung

Stufe III: Furnierpaketschneidemaschinen

Stufe IV: Untertischkappkreissägemaschine, Hydraulische Pressen, Exzenterpressen mit kraftschlüssiger Kupplung.

Zweihandschaltungen müssen mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Hersteller oder Lieferer
- Typ
- Baujahr oder Erzeugnisnummer
- Anforderungsstufe.

Wesentliche Forderungen der EN 574:

Die EN enthält Kriterien zur Auswahl und Anforderungen an die Ausführung von Zweihandschaltungen. Im Anhang werden Anwendungs- und Ausführungsbeispiele gegeben. Es werden drei Typen von Zweihandschaltungen unterschieden, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Typen der Zweihandschaltung in Abhängigkeit vom Risiko (EN 574)

Typ	Beispiele von Arbeitsabläufen	Beispiele einer möglichen Anwendung an Maschinen
I	Arbeitsvorgänge ohne Zuführen (Bestücken und/oder Entnehmen) zum Werkzeug. Geringer Grund und Anlaß, sich im Gefahrenbereich aufzuhalten und/oder durch Blockieren eines Stellteils die Zweihandschaltung zu umgehen.	Heckenschere, Werkzeugspannen
II	Arbeiten sehr nahe an dem Gefahrbereich, aber normalerweise nicht in ihn hinein.	Einrichtbetrieb
III	Wiederholtes Zuführen (Bestücken und/oder Entnehmen) von Hand in den Gefahrbereich hinein	mechanische Presse

Merkmale der 3 Typen:

Typ 1: Dieser Typ erfordert:

- die Bereitstellung von zwei Steuereinrichtungen, die die gleichzeitige Betätigung durch beide Hände erfordern;
- dauernde Betätigung während des gefährlichen Zustandes, und
- während des gefahrbringenden Zustandes muß beim Loslassen nur eines Stellteiles der Betrieb beendet werden.

Typ 2: Eine Typ-1-Steuerung, die das Loslassen beider Stellteile erfordert, bevor ein Wiederanlauf des Betriebes erfolgen kann.

Typ 3: Eine Typ-2-Steuerung, die eine synchrone Betätigung der Stellteile wie folgt erfordert:

- beide Stellteile müssen gleichzeitig innerhalb einer bestimmten Zeit von kleiner oder gleich 0,5 s (siehe Anhang B) betätigt werden und
- wenn die Zeit überschritten wird, müssen beide Stellteile losgelassen werden, bevor ein Wiederanlauf eingeleitet werden kann.

Für die Ausführung der Zweihandschaltung sind die Kategorien der europäischen Norm "Sicherheitsbedingte Regel- und Steuerungssysteme“ zu beachten (EN 954).

Bei Typ I, III A sind sogen. "bewährte Bauelemente" zu verwenden. Bei Typ II und III B wird dies nur empfohlen. Diese Elemente entsprechen der Kategorie 1 der o.g. Norm und werden dort unter Ziff. JWG 6 definiert.

Bei Typ II und III B kommt die Forderung nach "Ein-Fehler-Sicherheit" dazu. Dies ist die Kategorie 3 der o.g. Norm. Dies bedeutet, daß die Zweihandschaltung durch einen Fehler nicht zur Einhandschaltung werden darf. Als Folge eines einzigen Fehlers darf kein Ausgangssignal erzeugt werden.

Nur bei Typ III B wird Selbstüberwachung gefordert, dies ist die Kategorie 4 der o.g. Norm.

Synchrone Betätigung wird bei Typ III A und III B gefordert.

Die EN 574 enthält auch detaillierte Konstruktionsfestlegungen, durch die ein Umgehen der Zweihandschaltung z.B. mit einer Hand, mit dem Unterarm oder mit der Hand und anderen Teilen des Körpers verhindert werden soll.

Vergleich der bisherigen deutschen Anforderungen und der in der EN festgelegten Anforderungen:

deutsch		EN 574
Stufe I	entspricht im wesentlichen	Typ I
Stufe II	entspricht im wesentlichen	Typ II
Stufe III	entspricht keinem EN-Typ, da es dort keine Selbstüberwachung ohne synchrone Betätigung gibt	
Stufe IV	entspricht im wesentlichen	Typ III B

Anforderungen an berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS)

Hierzu zählen

- Lichtvorhänge,
- Lichtschranken,
- Lichtgitter,
- Ultraschall-Schutzeinrichtungen,
- kapazitiv oder induktiv wirkende Schutzeinrichtungen.

Weil sie die Anforderungen nicht erfüllen, zählen hierzu nicht:

- berührungslos wirkende Grenztaster (z.B. Näherungsinitiatoren),
- Lichttaster und einstrahlige Lichtschranken, die nach dem Reflektionsprinzip arbeiten.

BWS können als sogenannte distanzierend wirkende Schutzeinrichtungen oder als Zutrittsicherung Anwendung finden.

Es werden unterschieden:

- BWS-S: Schutzeinrichtungen, deren Schutzwirkung durch Auftreten eines Fehlers nicht beeinträchtigt wird und nach Eintritt eines Fehlers die gefahrbringende Bewegung unterbricht und das Einleiten weiterer gefahrbringender Bewegungen selbsttätig verhindern.

Beispiele: Kraftbetriebene Arbeitsmittel, die einen zyklischen Eingriff erfordern, wie

- Pressen, an denen die Werkstücke von Hand eingelegt werden
- Furnierpaketschneidemaschinen mit Druckbalken

- BWS-T: Schutzeinrichtungen, deren Schutzwirkung durch eine integrierte Testeinrichtung selbsttätig überprüft wird (Anlauftestung und zyklische Testung) und durch Auftreten eines Fehlers nicht beeinträchtigt wird und nach Eintritt eines Fehlers das Einleiten weiterer gefahrbringender Bewegungen selbsttätig verhindern.

  Beispiele: Kanten- und Rahmenpressen der Holzbearbeitung

Die BWS müssen in der Nähe des Schutzfeldes mit Leuchtmeldern ausgerüstet sein, die den Schaltbefehl

- "Schutzfeld frei" durch ein grünes Signal,
- "Schutzfeld nicht frei" durch ein rotes Signal

anzeigen.

BWS dürfen nur an solche kraftbetriebenen Arbeitsmittel angebaut werden, bei denen die gefahrbringende Bewegung jederzeit unterbrochen werden kann. BWS dürfen auch nur an solche kraftbetriebene Arbeitsmittel angebaut werden, deren Steuerungen der Anforderungsstufe der verwendeten BWS entsprechen. Die Steuerung der kraftbetriebenen Arbeitsmittel muß dabei so beschaffen sein, daß

- eine gefahrbringende Bewegung nicht eingeleitet werden kann, solange sich Gegenstände im Schutzfeld der BWS befinden und
- die Testung bei Verwendung einer BWS-T von der die Steuerung ausgelöst wird und eine Auswertung des Testergebnisses in der Steuerung erfolgt,
- durch das Ein- oder Ausschalten einer BWS eine gefahrbringende Bewegung nicht eingeleitet werden kann und eine bereits eingeleitete gefahrbringende Bewegung unterbrochen wird,
- nach Unterbrechen einer gefahrbringenden Bewegung infolge Eindringens in das Schutzfeld eine erneute gefahrbringende Bewegung erst nach Freigabe des Schutzfeldes und nur durch Betätigen eines Befehlsgerätes des kraftbetriebenen Arbeitsmittels wieder eingeleitet werden kann (Wiederanlaufsperre).

Eine Abstimmung zwischen dem Hersteller des kraftbetriebenen Arbeitsmittels bzw. dessen Steuerung und dem der BWS ist erforderlich.

Müssen aus fertigungstechnischen Gründen bestimmte Bereiche des Schutzfeldes durch besondere Maßnahmen unwirksam gemacht werden, z.B. durch Ausblendreflektoren vor einer Werkstückauflage, so muß der nicht mehr die BWS geschützte Bereich durch andere geeignete Schutzeinrichtungen gesichert werden.

Bei der Anbringung von BWS ist besonders darauf zu achten, daß ein

- ausreichender Abstand vor den Gefahrstellen gewährleistet ist,
- ein Hintertreten nicht möglich ist, und
- durch Unter- oder Übergreifen die Schutzwirkung nicht umgangen werden kann.

Der Sicherheitsabstand zur Gefahrstelle wird nach folgender Formel berechnet (siehe EN 999 "Sicherheit von Maschinen; Hand-/Armgeschwindigkeit, Annäherungsgeschwindigkeit von Körperteilen für die Anordnung von Schutzeinrichtungen"):

$S = 2000 \times 8 (d-14) (mm)$

mit T = Gesamtansprechzeit (Reaktionszeit) der Maschine in s mit $d \leq 40$, aber (d-14) nicht kleiner als 0; d bezeichnet die Auflösung in mm.

Diese Formel gilt für alle Sicherheitsabstände S bis einschließlich 500 mm mit einem zulässigen Mindestabstand von 100 mm. Falls S unter Anwendung der Formel größer als 500 mm ist, kann der Abstand unter Verwendung folgender Formel verringert werden, aber mit einem Mindestabstand von 500 mm:

$S = 1600 \times 8 (d-14) (mm)$

Für die Absicherung eines Gefahrbereiches durch Lichtschranken müssen mindestens 2 Lichtstrahlen in der Höhe von 400 und 900 mm angebracht werden, die den Zugang zu den Gefahrstellen sichern. Das bedeutet, daß z.B. der Lichtstrahl einer Lichtschranke so über Spiegel umgelenkt wird, daß zwei Lichtstrahlen den Gefahrbereich sichern.

Folgende Formel für die Anbringung der Lichtschranken muß berücksichtigt werden (siehe EN 999 "Sicherheit von Maschinen; Hand-/Armgeschwindigkeit, Annäherungsgeschwindigkeit von Körperteilen für die Anordnung von Schutzeinrichtungen"):

$S = 1600 \times T + (1200-0,4 H) (mm)$

mit T = Gesamtansprechzeit (Reaktionszeit) der Maschine in s

H = Höhe des oberen Lichtstrahls in mm

Es dürfen nur Lichtschranken für Personenschutz bei der Sicherung von Gefahrstellen bzw. Gefahrbereichen eingesetzt werden. Je nach Sicherheitskategorie müssen Lichtschranken mit Testung oder mit Selbstüberwachung versehen sein.

Eine Ausnahme bilden Lichtschranken als Reststapelüberwachung. Hier dürfen auch Reflexlichtschranken oder Lichttaster zum Einsatz kommen. Die Lichtschranken selbst müssen den Normen EN 50 100-1 "Sicherheit von Maschinen, Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen" und EN 50 100-2 "Sicherheit von Maschinen, Lichtschranken" genügen.

Die europäischen Normen EN 50 100-1 und 2 unterscheiden ebenfalls zwei Arten von BWS:

BWS-S:

Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen dieses Typs sind selbstüberwachend und entsprechen den Anforderungen der Steuerungskategorie IV.

BWS-T:

Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen dieses Typs verfügen über eine Testeinrichtung und erfüllen die Anforderungen der Steuerungskategorie II.

Die Steuerungskategorien beziehen sich auf eine weitere, europäische Norm "Sicherheitsbedingte Regel- und Steuersysteme", EN 954.

2.2 Blasformmaschinen

Blasformmaschinen sind Maschinen, die entweder nach dem Prinzip des Extrudierens oder nach dem des Spritzgießens einen Vorformling kontinuierlich oder diskontinuierlich herstellen und in einem zweiten sich anschließenden Arbeitsgang diesen Vorformlieg

mittels Druckluft in ein feststehendes oder sich bewegendes formgebendes Blaswerkzeug hinein zum fertigen Hohlkörper aufblasen.

Die Bilder 61, 62, 63 zeigen Produkte, die im Blasformverfahren hergestellt wurden.

Bild 61: Flaschen aus Kunststoff

Bild 62: Schäfte für Markierstifte

Bild 63: Kajaks und Canadier aus Kunststoff

Der Extruder arbeitet ähnlich wie die Spritzeinheit einer Schneckenspritzgießmaschine. Er fördert Kunststoffgranulat, schmilzt es auf, homogenisiert die Masse, erzeugt in ihr einen Druck, so daß sie aus der Düse am Ende des Zylinders herausgepreßt werden kann (Bild 64).

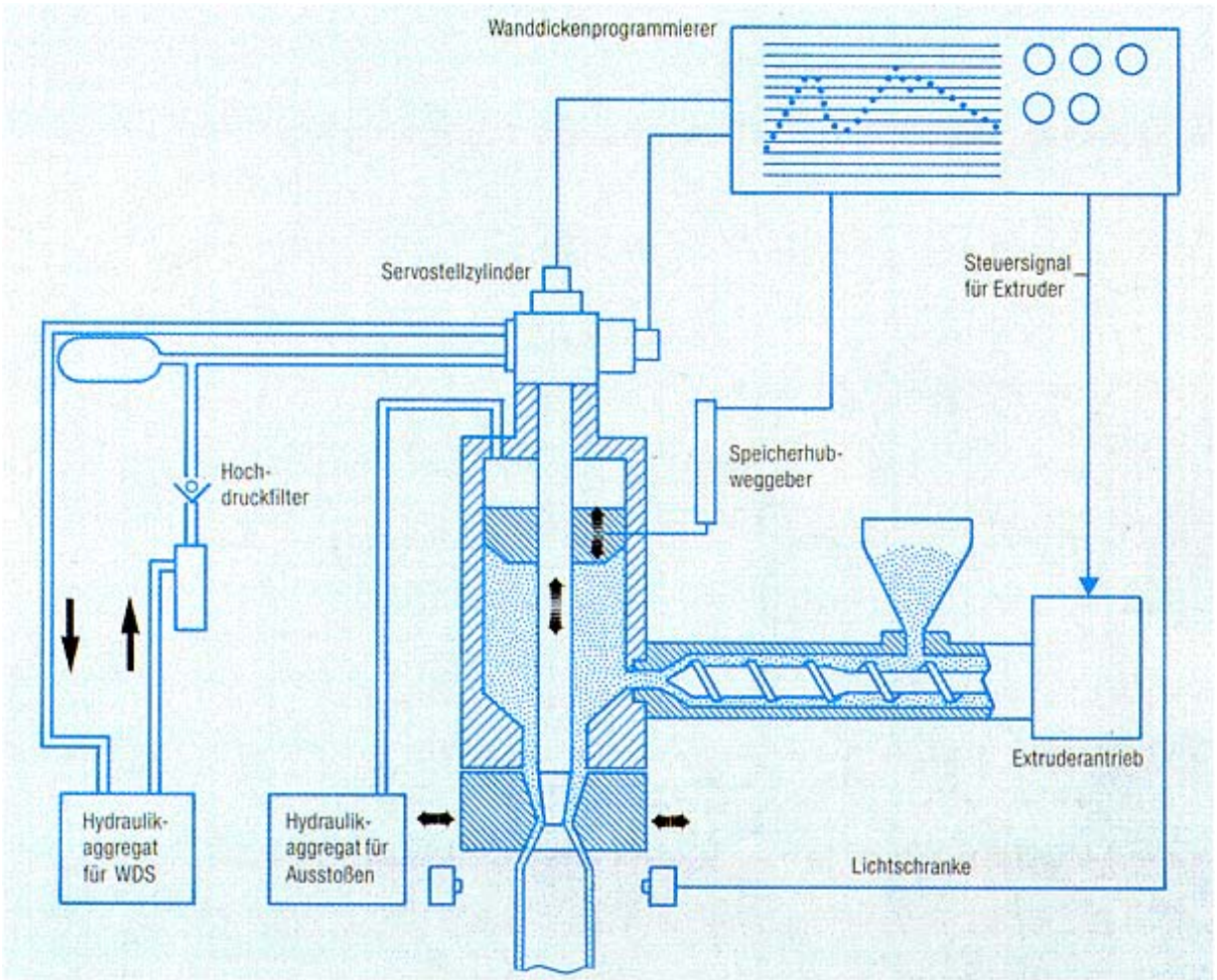


Bild 64: Prinzipbild einer Blasformmaschine mit Extruder (aus Extrusionsblasformen, BASF AG, 67056 Ludwigshafen)

Kleine Blasformmaschinen besitzen meist einen horizontalen Extruder und einen Umlenkkopf mit einem Düsenmund (Bild 64, 65). Der Vorformling tritt (bzw. die Vorformlinge treten) am Düsenmund senkrecht nach unten aus (Bild 66).

Die in der Schließeinheit aufgespannte Blasform übernimmt den Vorformling (die Vorformlinge) während des Schließens (Bild 67, 68).

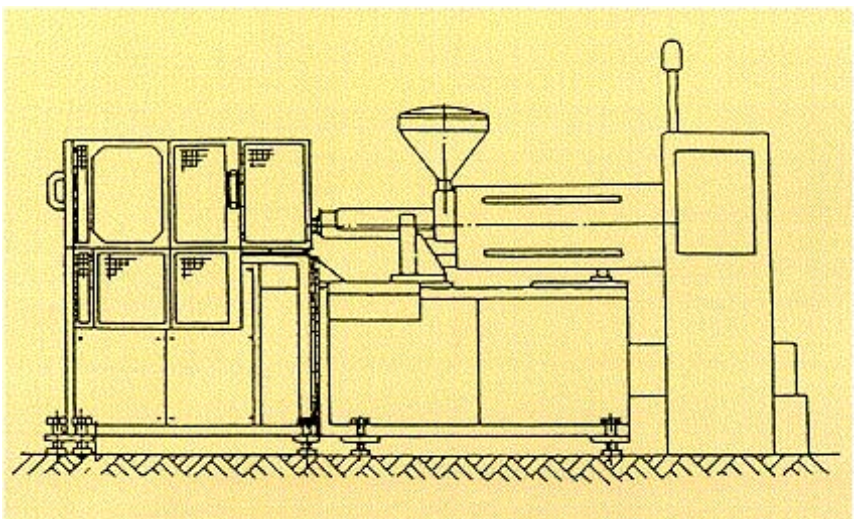


Bild 65: Kleine Blasformmaschine mit horizontalem Extruder

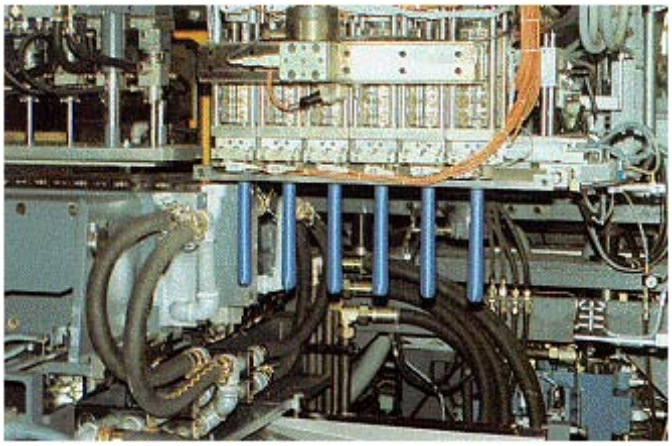


Bild 66: **Die Vorformlinge treten aus dem Düsenmund aus**

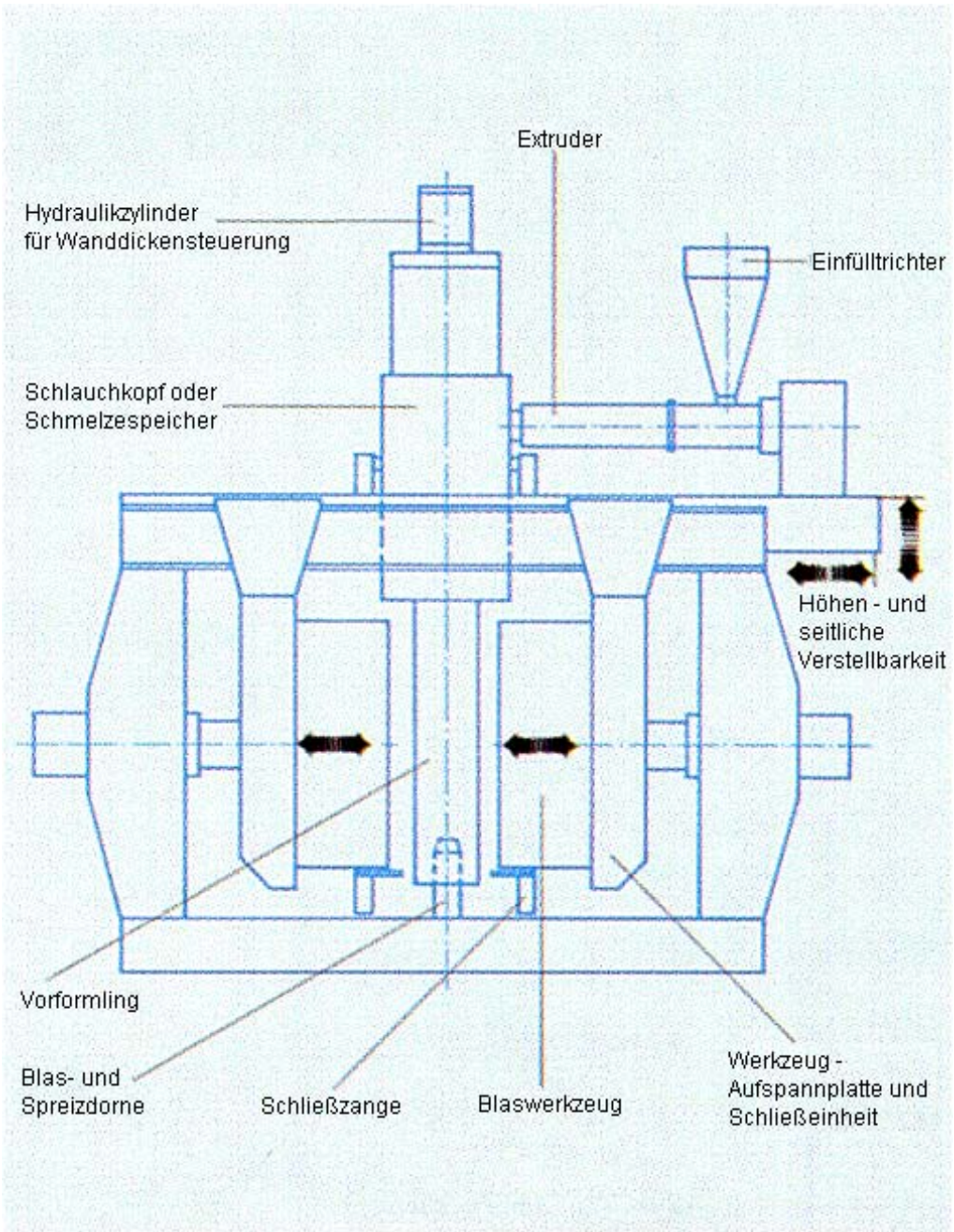


Bild 67: **Aufbau einer Maschine für das Extrusionsblasformen (aus Extrusionsblasformen, BASF-AG, 67056 Ludwigshafen**

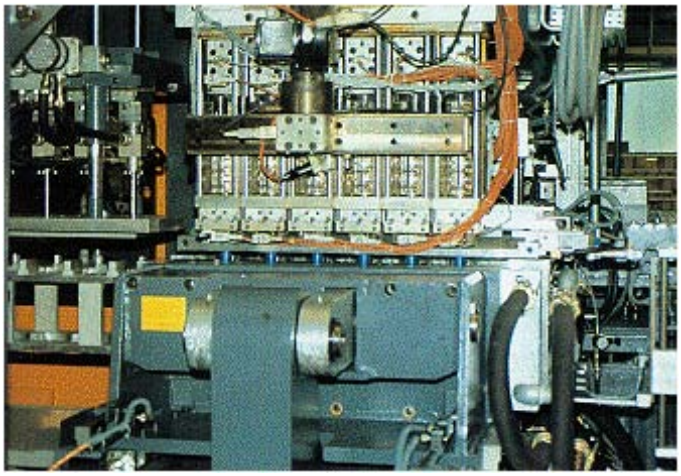


Bild 68: Blasform geschlossen

Mittels Druckluft wird er (werden sie) aufgeblasen und an die Werkzeuginnenwand angepreßt. Nach einer Abkühlphase öffnet sich das Blaswerkzeug und gibt das Blasteil frei. Die Blasteile werden z.B. durch einen Greifer entnommen (Bild 69). Die Gefährdungen sind dieselben wie vorher bei den Spritzgießmaschinen beschrieben (heiße Flächen am Extruder, Quetsch- und Schergefahr bei der Schließ- und Öffnungsbewegung des Blaswerkzeuges und beim kraftbetätigten Transport der Blasteile).

Die erforderlichen Schutzmaßnahmen entsprechen denen bei der Spritzgießmaschine. Diese sind im wesentlichen (Bild 70):

- feststehende trennende Schutzeinrichtungen
- bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

Bild 69: Artikel-Greiferentnahme; Werkfoto Fa. Fischer, W. Müller, 53321 Troisdorf

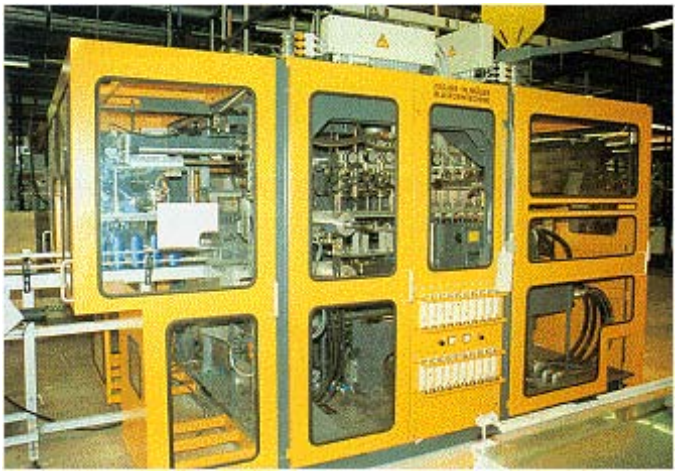


Bild 70: Blasformmaschine, gesichert durch feststehende und bewegliche trennende Schutzeinrichtungen

Im Bereich der Schließeinheit der Blasform muß die Schutzeinrichtung Typ III, EN 422 entsprechen. Dies ist identisch mit Typ III, EN 201, wie vorher bei den Spritzgießmaschinen dargestellt.

Bei sogenannten "großen Maschinen“ sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen. Hier handelt es sich um Maschinen, deren Gefahrenbereich betreten bzw. deren Schutzeinrichtung hintertreten werden kann (Bild 71, 72).

Bild 71: Blasformmaschine zum Herstellen von Kanus

Bild 72: Kanu wird entnommen

Die äußeren Schutzmaßnahmen sind identisch mit denen, die bei Ziffer 1.2.9 (seitlich eingreifende Handlinggeräte) beschrieben werden (Bild 73):

- feststehende trennende Schutzeinrichtung
- Zugangstür, entsprechend Schutzeinrichtung Typ III
- Entnahmeöffnung für das Blasteil mit berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (BWS-S) gesichert.

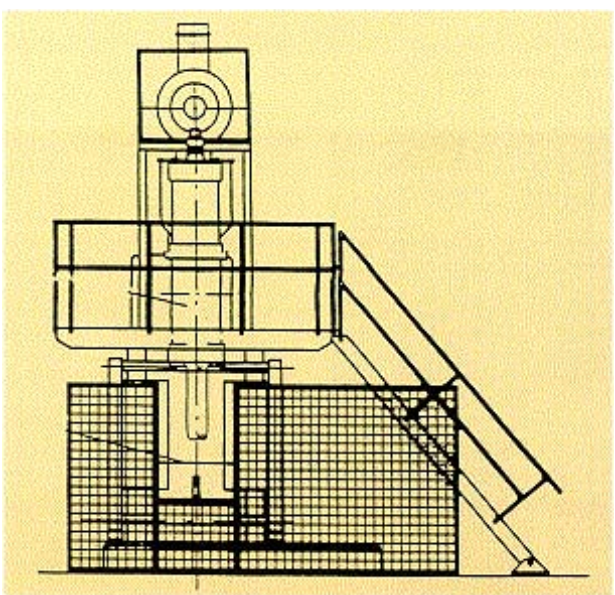


Bild 73: Äußere Sicherung einer großen Blasformmaschine

Zusätzlich ist der Bereich zwischen Umzäunung und Blasform und zwischen den Blasformhälften mit Kontaktplatten oder Kontaktmatten zu sichern, analog zu „großen Spritzgießmaschinen" (Ziffer 1.2.7).

Können Einrichtarbeiten nicht bei Stillstand durchgeführt werden und müssen die Schutzeinrichtungen außer Funktion gesetzt werden, müssen für Einrichtarbeiten abschließbare Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung vorhanden sein. Der Tip-Bereich darf nur bei einer Geschwindigkeit von gleich oder kleiner als 25 mm/s möglich sein. Das Stellteil der Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung darf ortsbeweglich

in den Wirkbereich mitgeführt werden. Neben dem mitgeführten Stellteil muß zusätzlich eine Not-Befehlseinrichtung vorhanden sein.

Der Quetsch- und Verbrennungsgefahr beim Justieren des extrudierenden Schlauches bei Einstellarbeiten an laufender Anlage wird begegnet durch Verwendung von Abdeckblechen. Sicherer und damit empfehlenswerter sind aber vom Hersteller mitgelieferte Hilfsmittel, die ein Justieren bei geschlossener Schutzeinrichtung zulassen oder automatische Justiereinrichtungen.

2.3 Formschäummaschinen und Reaktionsgießmaschinen mit Formenträgern

Formschäummaschinen sind Maschinen, die Formteile unter Zufuhr von Wärme aus expandierbarem Polymerisat herstellen.

Reaktionsgießmaschinen sind Maschinen, die mindestens zwei flüssige reaktionsfähige Komponenten aufnehmen, in verarbeitungsfähigen Zustand bringen, dosieren, mischen und auftragen.

Reaktionsgießmaschinen werden z.B. zum Herstellen von Schaumstoffen eingesetzt. Schaumstoffe zählen zur Gruppe der Leichtstoffe und sind künstlich hergestellte spezifisch leichte Werkstoffe mit zelliger Struktur. Die wichtigsten Eigenschaften der Schaumstoffe sind:

- niedrigeres Raumgewicht
- geringe Eigenspannung
- gute Isoliereigenschaften
- leichte Bearbeitbarkeit

Formschäummaschinen

Zur Erzeugung von Thermoplastschäumen werden Formschäummaschinen eingesetzt. Am bekanntesten ist die Verarbeitung von Polystyrol (Handelsname Styropor) nach dem Dampfstoßprozeß. Hierbei wird zunächst mit Wasserdampf von 150 °C auf das gewünschte Raumgewicht vorgeschäumt (Treibmittel ist Pentan). Anschließend erfolgt eine Zwischenlagerung von mehreren Stunden. Sie dient zum Druckausgleich der aufgeblähten Kugeln. Dabei diffundiert Luft in die Zellen. Nach dem Zwischenlagern wird mit Dampf von ca. 120 °C fertiggeschäumt. Die einzelnen Kugeln werden jetzt in der Formschäummaschine (s. Bild 74) zu Blöcken oder zu Formteilen miteinander verschweißt.

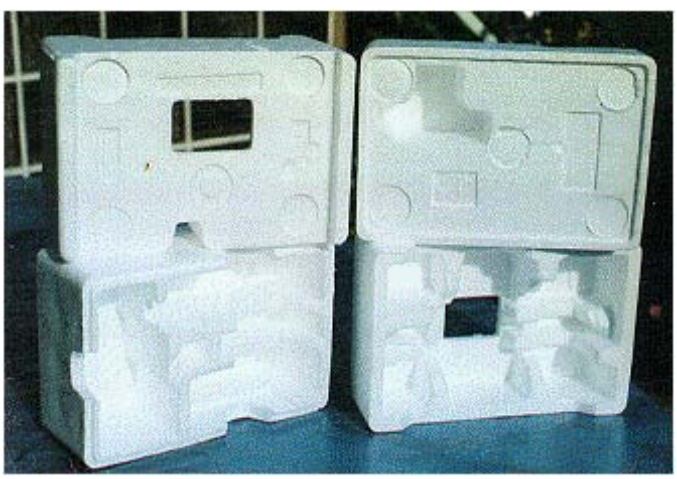


Bild 74: **Formgeschäumte Styroporschalen für die Verpackung eines Camcorders**

Quetsch-, Scher- und Stoßstellen an sich schließenden Werkzeugen und sich bewegenden Werkzeugträgern (einschließlich der zusätzlichen Hilfseinrichtungen und deren Antrieben) werden mit festen oder beweglichen Schutzgittern oder mit berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen BWS-S allseitig gesichert. Bewegliche Schutzgitter müssen darüber hinaus so ausgeführt sein, daß die Schließbewegung des Werkzeuges erst dann eingeleitet werden kann, wenn sich das Schutzgitter in seiner Schutzstellung befindet und in der Schutzstellung so verriegelt ist, daß es sich erst nach Beendigung der Schließbewegung des Werkzeuges öffnen läßt oder die Schließbewegung muß durch das vorzeitige Öffnen des Schutzgitters so rechtzeitig unterbrochen werden, daß beim Hineingelangen in den Gefahrenbereich eine Verletzung ausgeschlossen ist (s. Bild 75, 76, 77, 78, 79).

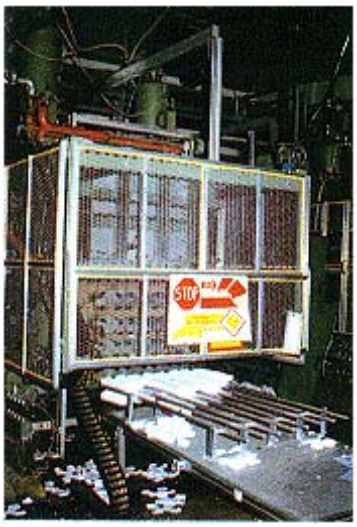


Bild 75: Formschäummaschine

Bild 76: Vorderes, unteres Schiebegitter halb nach oben geschoben

Bild 77: **Vorderes, unteres Schutzgitter ganz geöffnet, rechts die beiden Endschalter erkennbar, die durch das Gitter betätigt werden**

Bild 78: **Seitliche Tür geöffnet**

Bild 79a: **Der erste Endschalter, der bei geschlossener Tür betätigt wird (Tür noch geöffnet)**

Bild 79b: Der zweite Endschalter, der bei geschlossener Tür zwangsläufig betätigt wird (Tür geöffnet)

Für Formschäummaschinen existiert noch keine Europäische Norm, daher müssen die allgemeinen Bestimmungen der EG-RL 89/392 (Maschinenrichtlinie) und die Bestimmungen der VBG 22 herangezogen werden.

Es ist davon auszugehen, daß in einer EN über Formschäummaschinen zur Sicherung von sich schließenden Werkzeugen Schutzeinrichtungen Typ III gefordert werden.

Können Einrichtarbeiten nicht bei Stillstand durchgeführt werden, und müssen die Schutzeinrichtungen außer Funktion gesetzt werden, so müssen für Einrichtarbeiten abschließbare Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung vorhanden sein. Der Tip-Betrieb darf nur bei einer Geschwindigkeit von gleich oder kleiner als 25 mm/s möglich sein. Das Stellteil der Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung darf ortsbeweglich in den Wirkbereich mitgeführt werden. Neben dem mitgeführten Stellteil muß zusätzlich eine Not-Befehlseinrichtung vorhanden sein.

Um Verbrühungen durch Wasserdampf oder heißes Wasser zu vermeiden, werden Abschirmbleche angebracht oder Schutzhandschuhe und Schutzbrillen verwendet.

Reaktionsgießmaschinen mit Formenträgern

Beim Reaktions-Schaumguß-Verfahren (RSG) werden keine Thermoplastschmelzen verarbeitet, sondern der Chemiewerkstoff Polyurethan, der sich für diese Verarbeitungstechnik eignet. Urethan ist ein Carbaminsäureester, der durch chemische Verbindung eines mehrwertigen Alkohols als Grundkomponente A (Polyole, z.B. Polyester, Polyäther) mit einem Isocyanat (Vernetzerkomponente B) entsteht. Den porigen vernetzten Schaumstoff erhält man, wenn eine der Komponenten mit Treibmitteln beaufschlagt wird, so daß sich gleichzeitig mit der Vernetzungsreaktion ein Gas (CO_2) bildet, welches den PUR-Kunststoff zum Schaumstoff auftreibt. PUR-Schaum wird unter anderem verwendet für:

- Dichtungen und Kupplungselemente
- künstliche Lederstoffe
- Sitzpolsterungen aller Art
- Isolierungen im Kühlmöbelbau (PUR-Hartschaum)
- Strukturschaumteile in der Kleinmöbelherstellung.

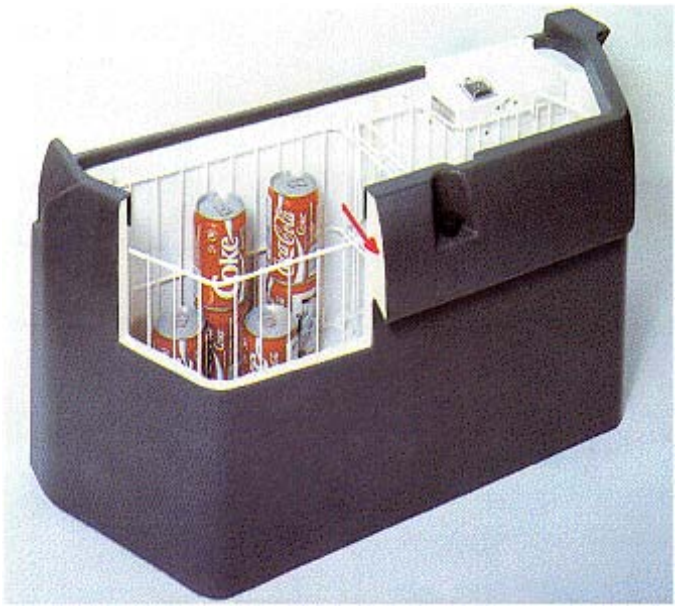


Bild 80: **Kühlbox (angeschnitten). Zwischen innerer und äußerer Schale befindet sich ein Kern aus PUR-Schaum, Werkfoto: Fa. Klaus, 87700 Memmingen**

Bild 80 zeigt eine Kühlbox, deren Kern im Reaktionsgießverfahren hergestellt ist.

Zur Herstellung des PUR-Schaumstoffes werden verschiedene Verfahren angewandt. Am häufigsten kommt das Einstufenverfahren (One-SHOT-Verfahren) vor. Dabei werden Grundkomponente und Vernetzungskomponente unmittelbar vor dem Verschäumen miteinander vermischt (s. Bild 81). Das Endprodukt kann sowohl weiß (mit TDI) als auch braun (mit MDI) sein.

(MDI = Diphenylmethandiisocyanat

TDI = Toluylendiisocyanat)

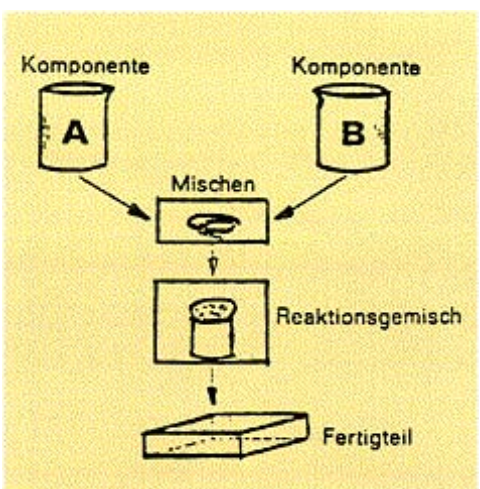


Bild 81: **Einstufenverfahren zum PUR-Schäumen Komponente A: Grundkomponente + Aktivatorgemisch + Treibmittel (+ Flammschutzmittel). Komponente B: Vernetzerkomponente**

Beim Zweistufen- oder Prepolymer-Verfahren wird mit einer anderen Vernetzerkomponente gearbeitet. Sie besteht aus einer Mischung von bereits vernetzten, aber noch flüssigen Bestandteilen mit freien NCO-Gruppen.

Vorteil: Die Verschäumung läuft langsamer ab und ein Teil des giftigen Isocyanats ist schon gebunden (s. Bild 82).

Komponente B: Grundkomponente + Vernetzerkomponente im Überschuß ergibt Prepolymerkomponente mit freien Vernetzergruppen

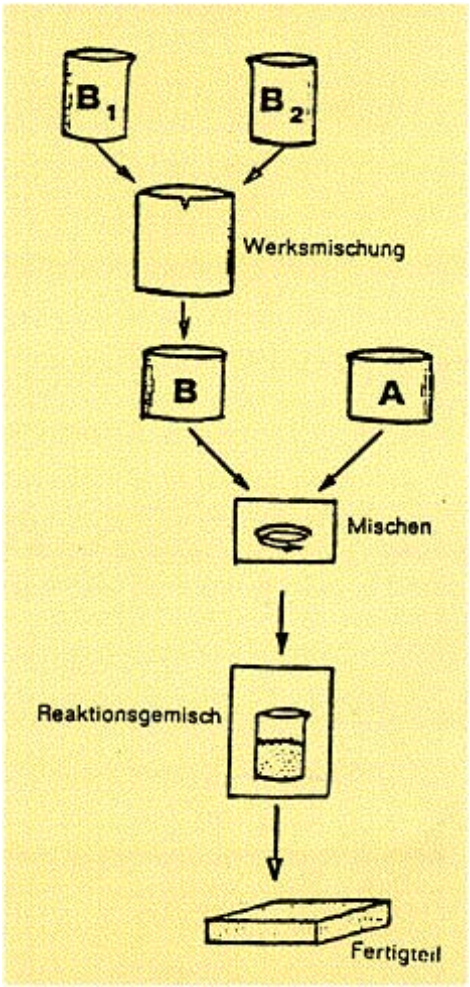


Bild 82: **Zweistufenverfahren zum PUR-Schäumen**
Komponente A: Grundkomponente + Aktivatorgemisch + Treibmittel (+ Flammschutzmittel)

Neben der in unseren Mitgliedsbetrieben sehr seltenen Handverarbeitung – als rein manuelles Mischen der Komponenten und Gießen – und Endlosschäumung im Kanal (z.B. bei PUR-Weichschäumen) wird die maschinelle Schäumung in geschlossenen Formen angewandt. Dazu werden Mehrkomponenten-Dosiermaschinen im Gieß- und Spritzverfahren eingesetzt (s. Bild 83, 84, 85).

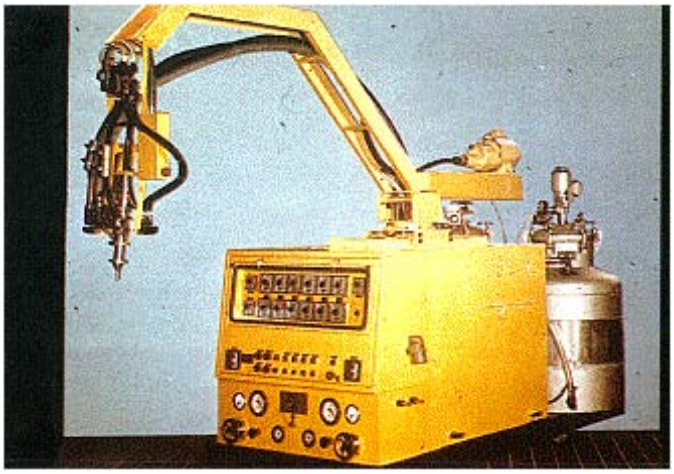


Bild 83: **Mischbatterie einer Reaktionsgießanlage**

Bild 84: **Gießkopf der Reaktionsgießmaschine, links auf dem Karussell die geöffneten Formen**

Bild 85: **Behälter für die Komponenten A und B**

Am Ausleger hängt der Mischkopf mit den Zuleitungen; an der Rückseite der Maschine befinden sich die Behälter für die Komponenten mit den Pumpen.

Der Arbeitsablauf beim Reaktionsschäumen geschieht wie folgt:

- Einsprühen der Form mit Trennmitteln (Trennwachs)
- Einfüllen der gemischten Komponenten
- Schließen der Form und Verriegeln der Form mit Spannelementen
- Schäumvorgang! Die Luft entweicht durch Löcher im Deckel
- Abbinden des Schaumes in der Form (Abbindezeit)
- Entnahme aus der Form.

Bild 86 zeigt einen Tapezierroller, der auf der in Bild 84 dargestellten Karussellanlage hergestellt wurde.

Bild 86: Tapezierroller aus PUR-Schaum

Gesundheitsgefahren

Beim Herstellen von PUR-Schäumen bestehen in erster Linie Gesundheitsgefahren, die von den verwendeten Arbeitsstoffen ausgehen.

Die Grundkomponente A (Polyol) ist selbst kaum gesundheitsschädlich. Die wesentlichen Gesundheitsgefahren gehen von der Vernetzerkomponente B (Isocyanat) aus. Es handelt sich dabei um eine klare, stechend riechende Flüssigkeit, die hoch giftig ist. Monomere Isocyanate üben eine Reizwirkung aus auf die Schleimhäute – besonders auf die Atmungsorgane – und lösen Überempfindlichkeitsreaktionen (z.B. Katarrhe, Husten, Atemnot, Asthmaanfälle) aus. Es werden hauptsächlich zwei Diisocyanate verwendet, und zwar TDI (Toluylendiisocyanat) und MDI (Diphenylmethandiisocyanat). Da die oben geschilderten Dämpfe Gesundheitsgefahren hervorrufen, die normalerweise auf frei werdende Dämpfe zurückzuführen sind, ist dem MDI der Vorzug zu geben, weil es wesentlich höher siedet als TDI (MDI bei 190 °C, TDI bei 100 °C) und deshalb weniger Dampf entwickelt.

Bei der Verarbeitung von PUR-Schäumen sind gegen gesundheitliche Schädigungen folgende Schutzmaßnahmen zu treffen:

- Gegenstände, die mit Isocyanaten in Berührung gekommen sind, sind sofort nach Gebrauch zu reinigen.
- Die Behälter sind dicht verschlossen zu halten

- TDI darf nur in gut belüfteten Räumen verwendet werden; ggf. sind zusätzliche Absaugungsvorrichtungen zu installieren.
- Auch beim Umgang mit MDI ist eine gute Be- und Entlüftung empfehlenswert.
- Die Lagerung der Vernetzerkomponenten ist in dichten Gebinden bei ca. 20 °C in vom Verarbeitungsraum getrennten Räumen vorzunehmen.
- Die Einhaltung des vom Hersteller angegebenen Mischungsverhältnisses ist zu beachten.
- Beim Umfüllen und Gießen sind Handschuhe und Schutzbrille zu tragen.
- Sägespäne sind zum Aufsaugen eventuell ausgelaufener Komponenten bereitzustellen.

Als Spülmittel bei der maschinellen Verarbeitung wird Dimethylformamid, Äthylacetat oder Methylenchlorid verwendet. Dimenthylformamid und Methylenchlorid sind erheblich gesundheitsschädlich (z.B. Leberschäden, Kopfschmerzen). Für eine ausreichende Lüftung oder wirksamen Atemschutz muß gesorgt werden. Beim Umgang mit Dimethylformamid ist die Berührung mit Hand, Augen und Kleidung zu vermeiden. Benetzte Kleider sind sofort zu wechseln.

Weitere Ausführungen, insbesondere zu gefahrstoffarmen Trennmitteln, siehe Kapitel "Gefahrstoffe in der Kunststoffverarbeitung".

Gesundheitsgefahren bei Bränden in Schäumereien

Bei der Verbrennung von Isocyanaten entsteht Blausäure (Cyanwasserstoff). Deshalb sind Feuer, offenes Licht und Rauchen in der Nähe von Isocyanaten zu vermeiden. Isocyanate sind nur in gut gelüfteten, feuerbeständig abgetrennten Räumen zu verarbeiten.

Gefährdung durch die Maschinen

Gefahrenstellen bestehen überwiegend an Formen, die maschinell geschlossen werden. Die dabei auftretenden Quetsch- und Scherstellen sind mit Schutzeinrichtungen, wie z.B. festen oder beweglichen Schutzgittern, zu sichern. Diese sind so auszuführen, daß sie den Gefahrenbereich allseitig sichern. Bewegliche Schutzgitter müssen darüber hinaus so ausgeführt sein, daß die gefahrbringende Bewegung erst dann eingeleitet werden kann, wenn sich das Schutzgitter in Schutzstellung befindet und das Schutzgitter in seiner Schutzstellung so verriegelt ist, daß es sich erst nach Beendigung der gefahrbringenden Bewegung öffnen läßt oder die gefahrbringende Bewegung muß durch das vorzeitige Öffnen des Schutzgitters so rechtzeitig unterbrochen werden, daß beim Hineingelangen in den Gefahrenbereich eine Verletzung ausgeschlossen ist.

Werden zur Sicherung berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen verwendet, so müssen diese der Anforderungsstufe BWS-S, bei Verwendung von Zweihandschaltungen müssen diese der Anforderungsstufe IV (DIN 24 980 bzw. Typ III B (EN 5741 entsprechen (Bild 87).

Bild 87: Schließen eines Formenträgers für Reaktionsgießen mit Zweihandschaltung.

Bild 88 zeigt eine weitere Karussell-Reaktionsgießanlage. Aus dem Mischkopf läuft die Mischung in die untere Werkzeughälfte. Danach wird die obere Werkzeughälfte kraftbetätigt auf die untere Werkzeughälfte gefahren. Beim Schließvorgang besteht Quetschgefahr. Anschließend dreht das Karussell um eine Position weiter. Hier besteht Schergefahr zu feststehenden Teilen der Anlage.

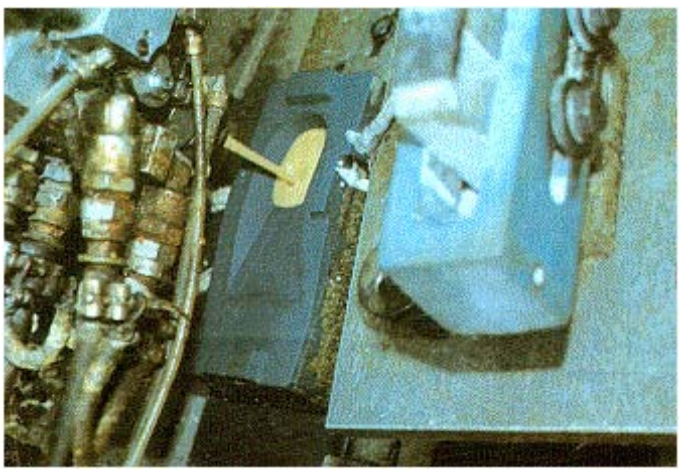


Bild 88: Karussellanlage zum Herstellen von Fußpolstern aus PUR-Schaum

Bild 89 zeigt Fußpolster und Schuhsohlen, die in dieser Anlage hergestellt werden. Im Hintergrund sind die Werkzeuge geschlossen.

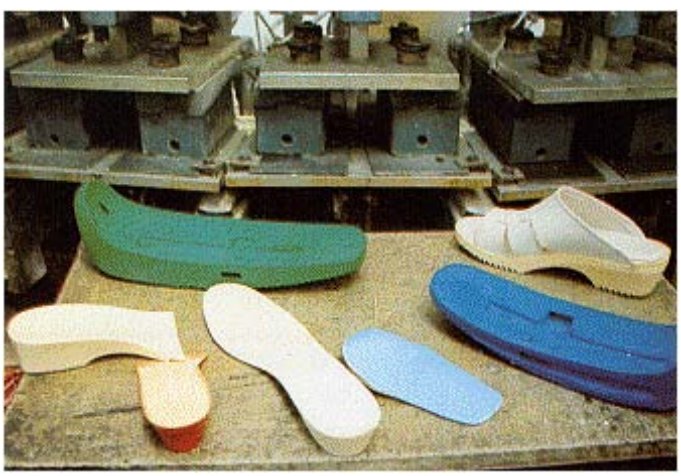


Bild 89: Fußpolster und Schuhsohlen aus PUR-Schaum

Im Bereich der sich schließenden Werkzeuge sind feststehende trennende Schutzvorrichtungen oder bewegliche trennende Schutzvorrichtungen mit Verriegelung vorzusehen.

Können Einrichtarbeiten nicht bei Stillstand der Reaktionsgießmaschinen und der Formenträger durchgeführt werden und müssen die Schutzeinrichtungen außer Funktion gesetzt werden, müssen für Einrichtarbeiten abschließbare Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung vorhanden sein. Der Tip-Betrieb darf nur bei einer Geschwindigkeit von gleich oder kleiner als 25 mm/s möglich sein. Das Stellteil der Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung darf ortsbeweglich in den Wirkbereich mitgeführt werden. Neben dem mitgeführten Stellteil muß zusätzlich eine Not-Befehlseinrichtung vorhanden sein.

2.4 Extruder

Extruder sind Maschinen, die feste bis flüssige Formmasse übernehmen, transportieren, verdichten und kontinuierlich durch ein formgebendes Werkzeug pressen. Dabei kann die Formmasse temperiert, verdichtet, gemischt, plastifiziert, homogenisiert, filtriert, compoundiert, chemisch umgewandelt, entgast oder begast werden. Das aus dem Formwerkzeug heraustretende Profil wird anschließend in einem Wasserbad und Luftkanal gekühlt, durch eine Abzugsvorrichtung (Raupenabzug) kontinuierlich abgezogen und schließlich auf Länge geschnitten oder aufgewickelt. Die Produkte, die in Extrusionsanlagen hergestellt werden, sind z.B.

- Kunststoffprofile für Fenster (Bild 90)
- Kunststoffprofile für Rolläden
- Kunststoffrohre

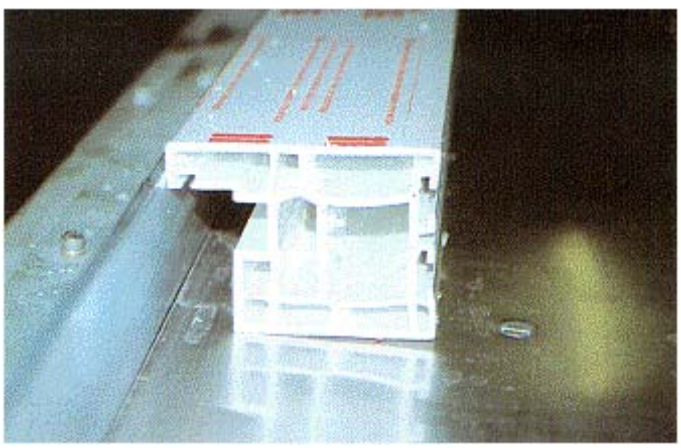


Bild 90: Extrudiertes Profil für die Fensterfertigung

Während Extrusions-Spritzgießmaschinen und Extrusions-Blasformmaschinen diskontinuierlich (schubweise) arbeiten, läuft die Herstellung der vorher genannten Produkte in einem Extruder kontinuierlich ab. Der Ausschub ist stetig, das Produkt wird erst am Ende der Anlage auf Länge geschnitten. Bild 91 zeigt die Anordnung einer Extrusionsanlage für die Herstellung von Rohren.

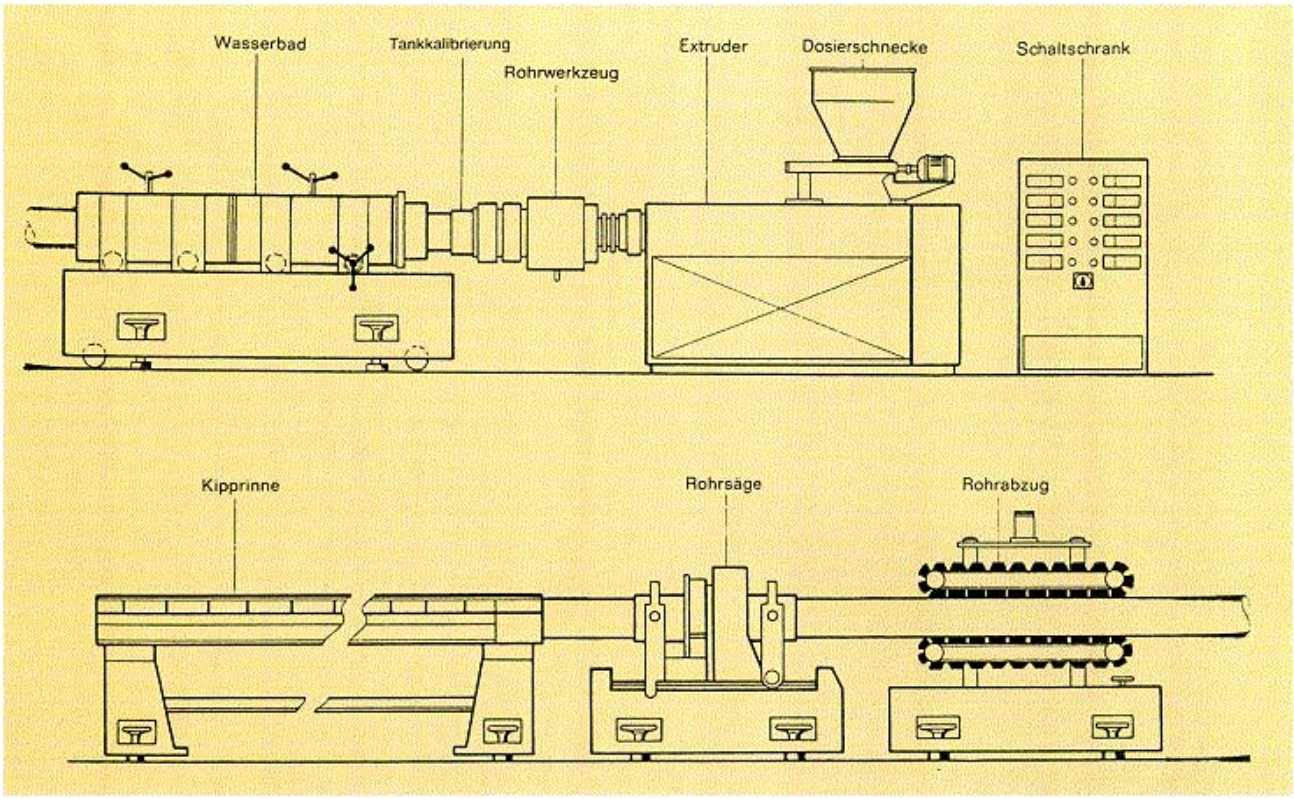
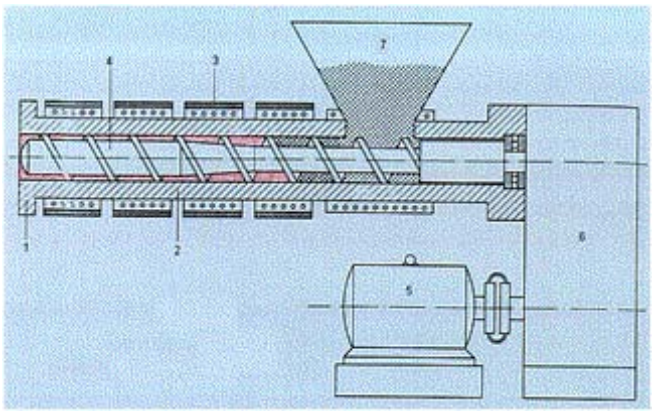


Bild 91: **Extrusionsanlage für die Herstellung von Rohren (aus Kunststoffverarbeitung im Gespräch, 2. Extrusion, BASF AG, 67056 Ludwigshafen, 1991)**

Den Anfang der Anlage bildet der Extruder selbst (Bild 92).



1	Flansch zum Befestigen des Extrudier-Werkzeuges	4	Schnecke
2	Zylinder	5	Motor
3	Heizbänder	6	Getriebe
		7	Einfülltrichter

Bild 92: **Prinzipbild eines Extruders (Quelle: wie Bild 91)**

Im Extruder sorgt ein Regelkreis dafür, daß die vom Hersteller des Kunststoffgranulates oder-pulvers angegebene Plastifizierungstemperatur nicht überschritten wird (Bild 93).

Bild 93: Temperatursteller mit Soll- und Istwertanzeige für 8 Positionen des Extruders

Dadurch wird thermische Zersetzung vermieden und in Folge davon das Entstehen von Überdruck im Extruder.

Zum Schutz vor Verletzungen durch austretende Kunststoffmassen sind Sollbruchstellen (z.B. Berstscheiben) an vorbestimmten ungefährlichen Stellen sowie Druckaufnehmer, die bei Überschreitung des durch das Verfahren bedingten Druckes den Extruder abschalten, vorgeschrieben.

Zum Schutz gegen Berühren der heißen Oberfläche des Plastifizierungszylinders befindet sich im Bild 94 eine Verkleidung aus Lochblech über der Plastifizierungseinheit.

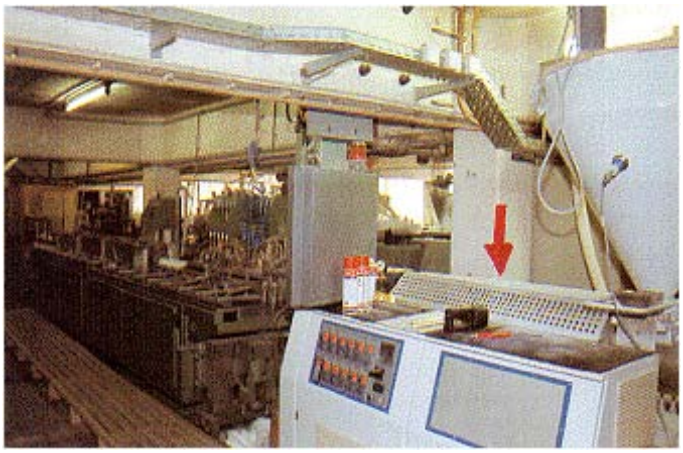


Bild 94: Verkleidung der Plastifizierungseinheit

Am Werkzeugaufnahmeflansch befindet sich das Extrusionswerkzeug W in Bild 95, 97.

Nach dem Werkzeug folgt die Kalibriereinrichtung. Das ist eine wassergekühlte Form, in der das extrudierte Profil auf exakt gleiche Außenmaße gebracht wird (Bild 96, 97). Daran schließt sich ein Wasserbad zur Kühlung des extrudierten Profiles an (Bild 96, 98).

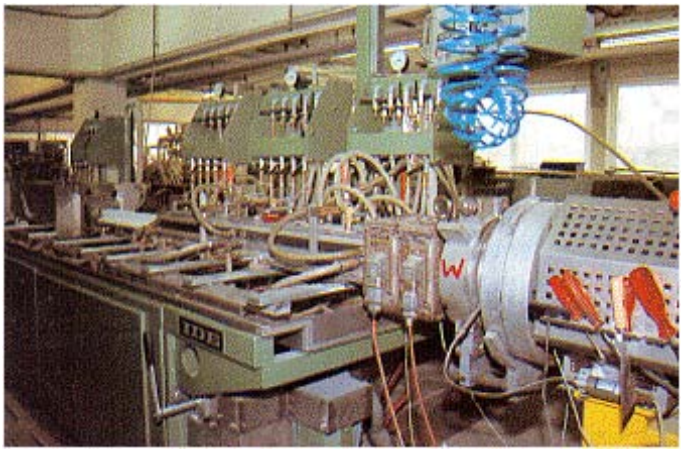


Bild 95: **Extruder**

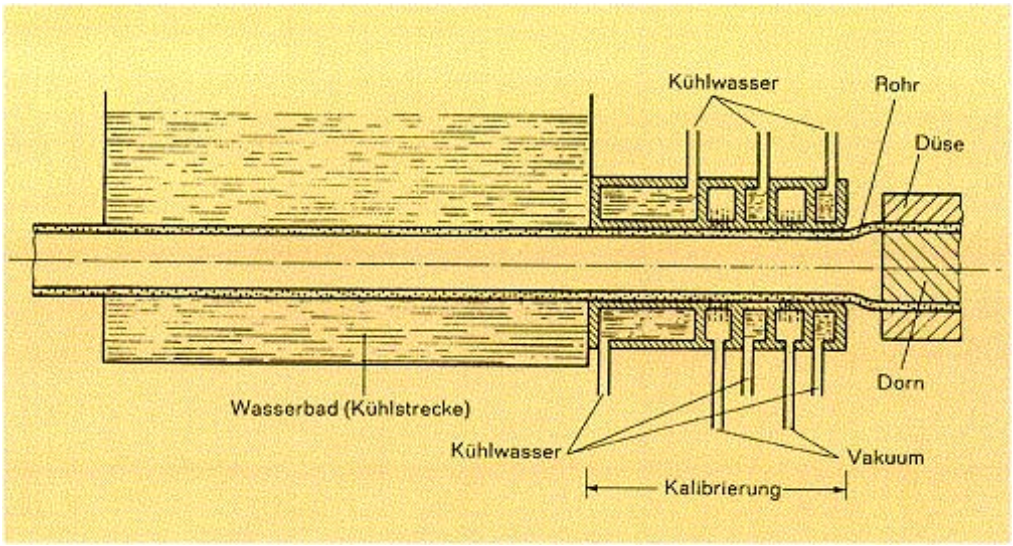


Bild 96: **Kalibriereinrichtung und Wasserbad (Quelle wie Bild 91)**

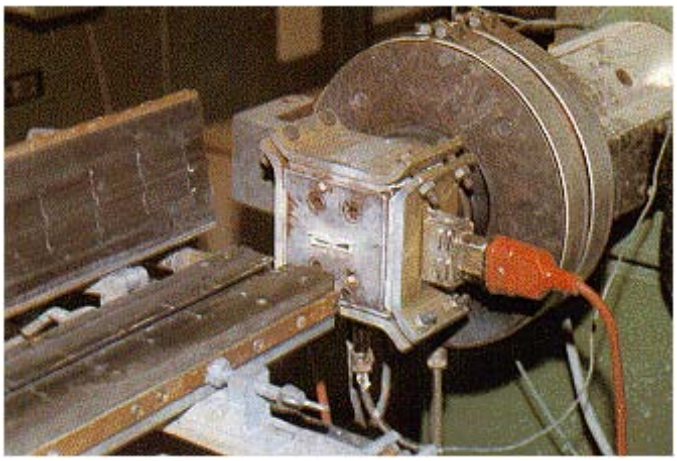


Bild 97: **Blick auf das Extrusionswerkzeug und die geöffnete Kalibriereinrichtung**

Bild 98: Kühlung des extrudierten Profiles in einem Wasserbad

Im anschließenden Raupenabzug wird das abgekühlte Profil abgezogen und weitergefördert.

Der Einzugsbereich und der Bereich der Raupen muß durch Verkleidungen oder Verdeckungen, die ein Erreichen der Gefahrstellen durch Herum-, Über- und Untergreifen verhindern, gesichert sein (Bild 99).

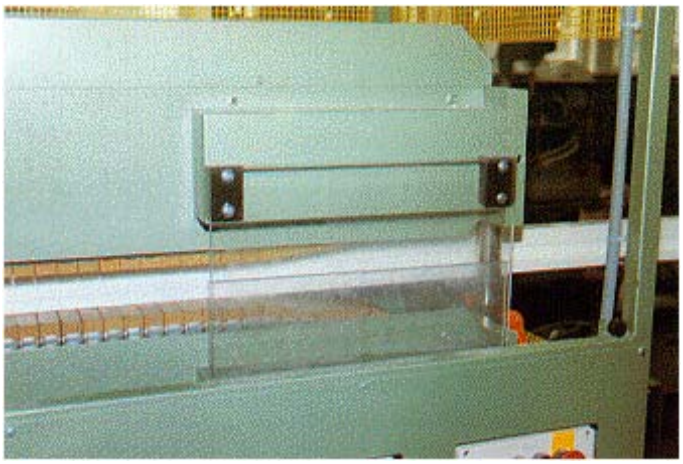


Bild 99: Raupenabzug: bewegliche Verkleidung geöffnet, zusätzliche seitliche Verdeckung der Einzugstelle

Die anschließende Untertischkappsäge oder von oben arbeitende Kappsäge, in der das extrudierte Endlosprofil auf Länge geschnitten wird, muß gegen Erreichen der Schneidebene gesichert sein (Bild 100).

Bild 100: Verkleidung der Untertischkappsäge

2.5 Schweißmaschinen und Schweißeinrichtungen

Schweißmaschinen sind Maschinen, die Halbzeugteile aus gleichen oder ähnlichen thermoplastischen Materialien an den zu verbindenden Flächen erwärmen, zusammenpressen und unter Druck erkalten lassen. Sie werden sowohl motorisch, hydraulisch, pneumatisch oder magnetisch, als auch hand- oder fußbetrieben.

Schweißeinrichtungen sind Einrichtungen, die wie Schweißmaschinen arbeiten, jedoch Bestandteil anderer Maschinen zur Be- und Verarbeitung von Kunststoffen sind (z.B. Prägefräsen mit eingebauter Schweißeinrichtung).

Schweißtemperatur, Schweißdruck und Schweißzeit müssen aufeinander abgestimmt sein.

Das Erwärmen auf die **Schweißtemperatur** ist erforderlich zur Plastifizierung von Verbindungsflächen.

Der Schweißdruck erleichtert das Zusammenfließen der plastifizierten Verbindungsflächen. Die Höhe des Schweißdruckes ist abhängig von der Viskosität der Schmelze des zu verschweißenden Kunststoffes.

Die Schweißzeit besteht aus der Anwärmzeit (Einwirkzeit der Temperatur und Aufbringen des Schweißdruckes) und der Abkühlzeit (auch Fügezeit, in der die Schweißverbindung unter Druck abkühlt). Sie wird beeinflußt von der Wärmeleitung und dem Ausdehnungskoeffizienten der Kunststoffe sowie den Qualitätsanforderungen an die Schweißnaht.

In den Mitgliedsbetrieben der Holz-Berufsgenossenschaft sind überwiegend das Ultraschall- und das Heizelementschweißverfahren im Einsatz.

Beim Ultraschallschweißverfahren werden sowohl Folien und Formteile miteinander verschweißt als auch Metalleinsätze eingebettet. Durch intensive Schallwellen wird der zu schweißende Bereich erhitzt.

Beim Heizelementschweißverfahren (Stumpfschweißverfahren) werden z.B. Tafeln, Profile, Rohre usw. miteinander verschweißt.

Motorisch, hydraulisch, pneumatisch oder magnetisch betriebene Schweißmaschinen und Schweißeinrichtungen sind durch Schutzeinrichtungen zu sichern, die Verletzungen durch das sich bewegende Schweißelement verhindern. Solche Schutzeinrichtungen können feste oder bewegliche Schutzgitter oder selbstüberwachende Lichtschranken sein. Sie müssen den Gefahrenbereich des sich bewegenden Schweißelementes allseitig sichern. Bewegliche Schutzgitter müssen darüber hinaus so ausgeführt sein, daß die Bewegung des Schweißelementes erst dann eingeleitet werden kann, wenn sich das Schutzgitter in der Schutzstellung befindet und das Schutzgitter in der Schutzstellung so verriegelt ist, daß es sich erst nach Beendigung der Bewegung des Schweißelementes öffnen läßt oder die Schließbewegung muß durch das vorzeitige Öffnen des Schutzgitters so rechtzeitig unterbrochen werden, daß beim Hineingelangen in den Gefahrenbereich eine Verletzung ausgeschlossen ist (s. Bild 101).

Bild 101: Ultraschall-Schweißmaschine mit Zweihandschaltung und Schutzschirmsteuerung

Anstelle von festen oder beweglichen Schutzgittern ist auch eine Sicherung der Gefahrstellen durch Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion oder Zweihandschaltungen oder die Schutzmaßnahme Kraftbegrenzung für ein Zusammenfahren von Maschinenteilen (s. Bild 102) zulässig.

Bild 102: Ultraschall-Schweißmaschine mit Zweihandschaltung

Wegen Brandverletzungen sind die Schweißelemente und deren Zuführungen durch eine ausreichend bemessene Wärme-Isolation bzw. Abschirmung zu sichern.

2.6 Warmformmaschinen (Tiefziehmaschinen)

Warmformmaschinen sind Maschinen, die Thermoplastisches Tafel- oder Folienmaterial durch Erwärmen in einen formbaren Zustand versetzen und mittels Vakuum oder Druckluft und ggf. anderen Streckhelfern zu einem Formteil verformen. Die Bilder 103, 104 zeigen Produkte, die im Tiefziehverfahren hergestellt sind.

Bild 103: Sortierkasten für Kleinteile, Werkfoto Fa. Klaus, 87700 Memmingen

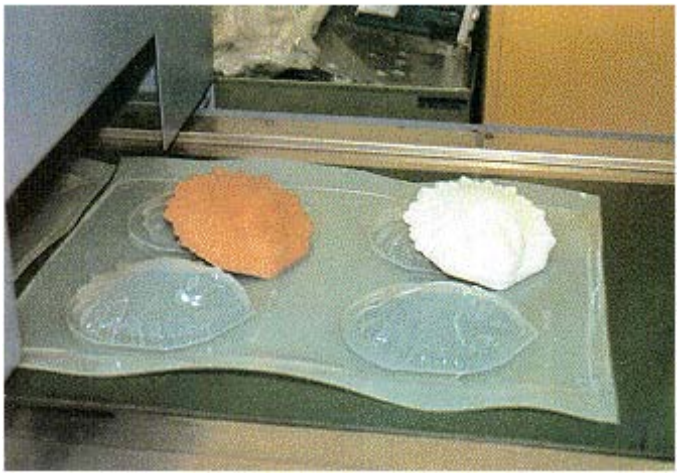


Bild 104: Gießformen für kunstgewerbliche Artikel

Das Warmformen thermoplastischer Kunststoffe hat in den letzten Jahren einen starken Aufschwung genommen und bietet eine Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten. Die zu formende Kunststoffplatte wird eingespannt, durch Wärme "erweicht" und damit formbar gemacht. Unter der eingespannten Platte befindet sich die Form. Wird die Luft zwischen Kunststoffplatte und Form abgesaugt, drückt die Luft über der Platte das wärmeerweichte Material an die Form an. Nach dem Abkühlen ist das somit erstandene Kunststoffteil formbeständig und kann der Maschine entnommen werden. Wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens ist, daß nicht zwei Formteile, also Stempel und Matrize, benötigt werden, sondern eine Formhälfte genügt. Die Bilder 106 und 107 zeigen das Fertigungsverfahren an einer alten Maschine. Maschinen dieser Art sind heute nicht mehr im Einsatz.

Bild 105: Bemalte Maske aus Gips, die in der tiefgezogenen Gießform hergestellt wurde, Werkfoto Fa. Eberhard Faber, Neumarkt

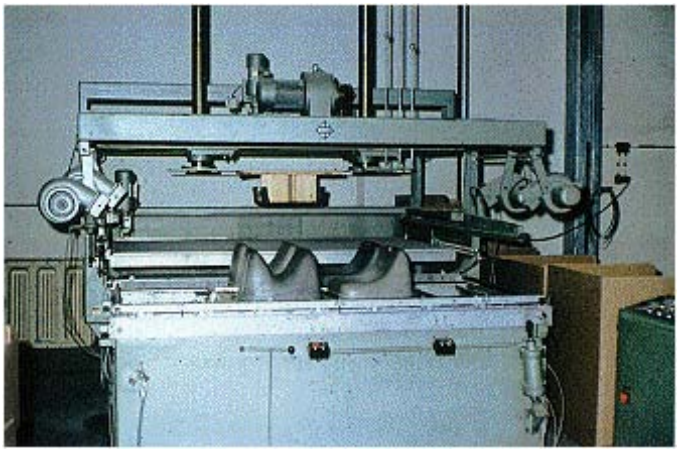


Bild 106: Tiefziehmaschine – Form geöffnet – Auslösung durch Zweihandschaltung

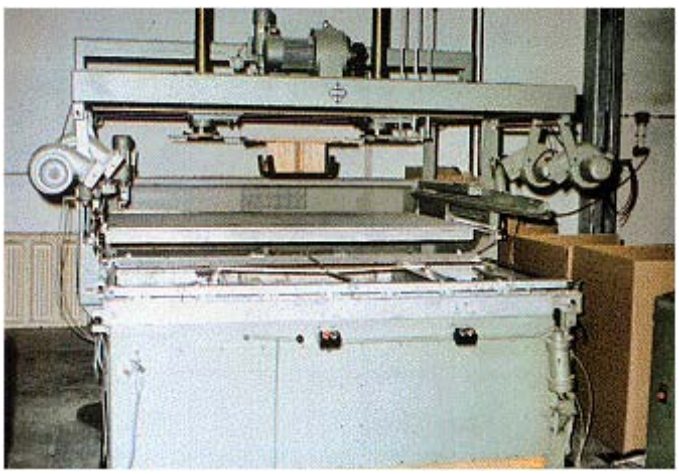


Bild 107: Tiefziehmaschine – Form geschlossen – Auslösung durch Zweihandschaltung

Bei neuen, voll verkleideten Maschinen besteht keine Sicht auf den Fertigungsvorgang, deshalb wird der besseren Sicht wegen der Fertigungsvorgang an einer alten, lediglich mit Zweihandschaltung gesicherten Maschine abgebildet.

Die Bewegungen von Formspannrahmen, Formtisch, Heizkörper, Folientrennvorrichtung und Transporteinrichtungen für Material und Fertigteile führen zu Quetsch- und Scherstellen, die mit festen oder beweglichen Schutzgittern, welche den Gefahrenbereich allseitig sichern oder durch selbstüberwachende Lichtschranken, gesichert werden. Bewegliche Schutzgitter müssen so ausgeführt sein, daß die Bewegung der Teile erst dann eingeleitet werden kann, wenn sich das Schutzgitter in Schutzstellung befindet oder es muß in seiner Schutzstellung so verriegelt sein, daß es sich erst nach Beendigung der Bewegung der Teile öffnen läßt, oder die Schließbewegung muß durch das vorzeitige Öffnen des Schutzgitters so rechtzeitig unterbrochen werden, daß beim Hineingelangen in den Gefahrenbereich eine Verletzung ausgeschlossen ist.

Sofern die Gefahr von Handverletzungen nur für den Bedienenden besteht, kann eine Zweihandschaltung verwendet werden (s. auch Bild 106 und 107).

Neue Maschinen sind verkleidet, die Hubtüre an der Formstation ist über Öffner und Schließer mit der Steuerung verriegelt (Bild 108 und 109). Dies entspricht einer Schutzeinrichtung Typ II (EN 201).

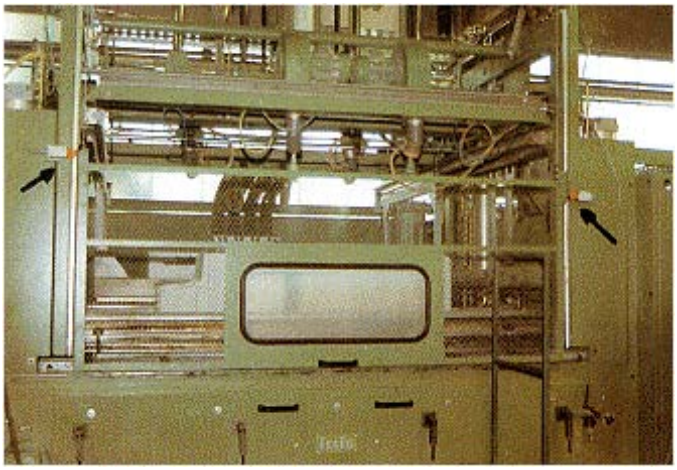


Bild 108: **Warmformmaschine mit Plattenbeschickung, Hubtür an der Formstation geschlossen.**

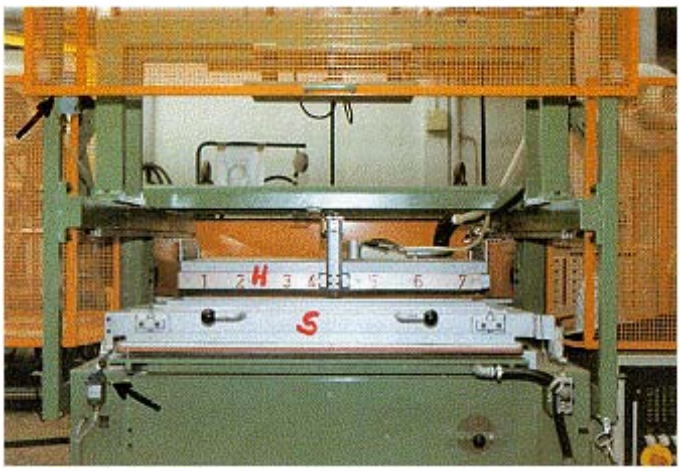


Bild 109: **Warmformmaschine, Hubtür hochgefahren, Spannrahmen (S) geschlossen. Heizplatte (H) zurückgefahren.**

Maschinen mit Handbeschickung stellen heute eine Ausnahme dar. In der Regel werden Anlagen verwendet, die von einem Plattenmagazin oder von einer Rolle beschickt werden (Bilder 110 bis 113).

Bild 110: **Automatische Anlage, Folie wird von der Rolle entnommen**

Bild 111: **Werkzeug geöffnet, Sicherung durch abschließbare und elektrisch verriegelte Türen**

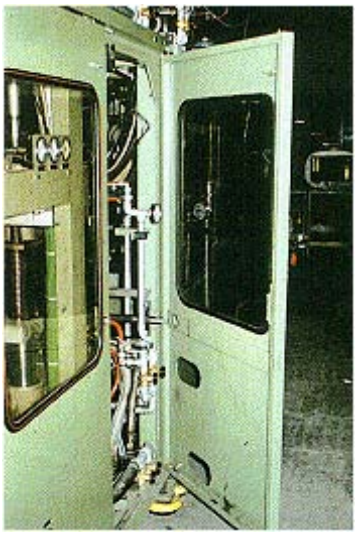


Bild 112: **Tür geöffnet**

Bild 113: **Wie Bild 111 – Werkzeug geöffnet, tiefgezogenes Produkt erkennbar**

Können Einrichtarbeiten nicht bei Stillstand durchgeführt werden, und müssen die Schutzeinrichtungen außer Funktion gesetzt werden, müssen für Einrichtarbeiten abschließbare Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung vorhanden sein. Der Tip-Betrieb darf nur bei einer Geschwindigkeit von gleich oder kleiner als 25 mm/s möglich sein. Das Stellteil der Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung darf ortsbeweglich in den Wirkbereich mitgeführt werden. Neben dem mitgeführten Stellteil muß zusätzlich eine Not-Befehlseinrichtung vorhanden sein.

Die Arbeitstemperaturen, die der Hersteller des Kunststoffes angibt, sind genauestens zu beachten, um eine Überhitzung und thermische Zersetzung des Kunststoffes zu verhindern.

2.7 Zerkleinerungsmaschinen

Zerkleinerungsmaschinen sind Maschinen, die durch Bewegung von Werkzeugen feste oder plastische Stoffe zerkleinern.

Häufig werden in Kunststoffverarbeitungsbetrieben die anfallenden Kunststoffabfälle, wie z.B. Spritzreste und Angüsse in Zerkleinerungsmaschinen zerhackt und dann dem Granulat zugegeben.

Öffnungen an Zerkleinerungsmaschinen, z.B. Einfüll-, Ausfall-, Reinigungs- und Sichtöffnungen, müssen so gestaltet, angeordnet oder durch Schutzeinrichtungen gesichert sein, daß Verletzungen durch die sich bewegenden Zerkleinerungselemente verhindert werden. Einfüllöffnungen werden z.B. durch lange Trichter (nach DIN EN 294), durch eingebaute Umlenkbleche, Gitterroste oder Gitterstäbe oder durch eine geschlossene Zuführung gesichert (s. Bild 114). Ausfallöffnungen können z.B. mit Gitterstäben gesichert werden.

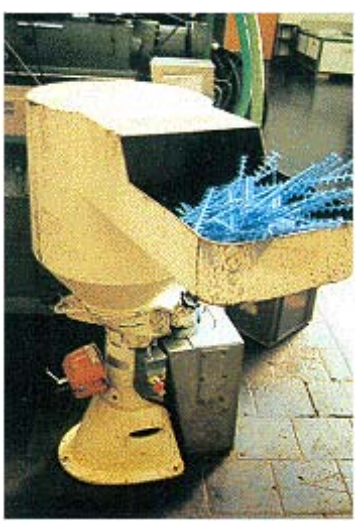


Bild 114: Gesicherte Kunststoffmühle

Betriebsmäßig zu öffnende Verschlußdeckel oder aufklappbare Gehäuseteile, deren Verschluß von Hand geöffnet werden kann und nach deren Öffnen die Zerkleinerungselemente zugänglich sind und berührt werden können, dürfen erst geöffnet werden können, nachdem die sich bewegenden Zerkleinerungselemente stillstehen. Diese Forderung kann erfüllt werden z.B. durch (s. Bild 115):

- einen abschließbaren Schalter, mit dessen Sicherheitsschlüssel ein an der Zerkleinerungsmaschine befindliches Sicherheitsschloß geöffnet wird, wobei die Zeitdifferenz zwischen Abschaltung des Stromes und Öffnen der

Zerkleinerungsmaschine größer als die Nachlaufzeit des Zerkleinerungselementes ist oder

- eine elektrische Zeitschaltuhr in Verbindung mit magnetischer oder pneumatischer Deckelverriegelung, eingestellt auf den Nachlauf der Maschine oder
- einen elektrischen Kontaktschalter, der über eine Gewindespindel zum Öffnen des Gehäusedeckels bedient wird oder
- eine mechanische Verriegelung oder
- einen Bremsmotor mit Deckelkontaktschaltung oder
- eine Gegenstrombremse.

Bild 115: Elektrische Verriegelung des Gehäuses der Zerkleinerungsmaschine

Bild 116: Blick in eine geöffnete Kunststoffmühle

An Zerkleinerungsmaschinen mit Handbeschickung sind Einrichtungen vorzusehen, die ein Rückschlagen des Materials so weit wie möglich verhindern. Solche Einrichtungen sind z.B. Folienschürzen, durch die das Material der Maschine zugeführt wird. Wegen der hohen Lärmentwicklung hat die Bedienungsperson Gehörschutz zu tragen. Zerkleinerungsmaschinen sollen wegen der Lärmentwicklung möglichst in separaten Räumen betrieben werden (s. Bild 117).

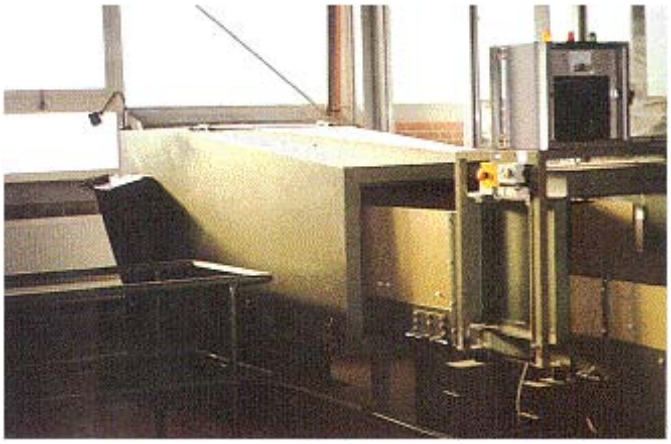


Bild 117: Lärmschutzmaßnahmen am Einlauftunnel, Zerkleinerungsmaschine befindet sich unterhalb im Keller

2.8 Farbwalzwerke

Farbwalzwerke sind Walzenanordnungen, die in einem Walzenspalt Farben und ähnliche Mischungen zerkleinern, mischen oder homogenisieren.

1. Farbwalzwerke müssen im Wirkbereich der Einzugswalzen mit Verdeckungen, die ein Erreichen der Gefahrstellen durch Herum-, Über- und Untergreifen verhindern, ausgerüstet sein.

2. Ist aus funktionstechnischen Gründen eine Sicherung durch Verdeckungen nicht möglich, müssen auf der Beschickungs- und Entnahmeseite beidseitig Not-Befehlseinrichtungen vorhanden sein (Bild 118).

3. Müssen Farbwalzwerke während des Ganges an der Einlaufseite gereinigt werden, müssen die Walzenspalten mit einer abnehmbaren Verdeckung ausgerüstet sein (Bild 119).

Bild 118: Not-Aus-Schalter rechts und links auf der Beschickungsseite

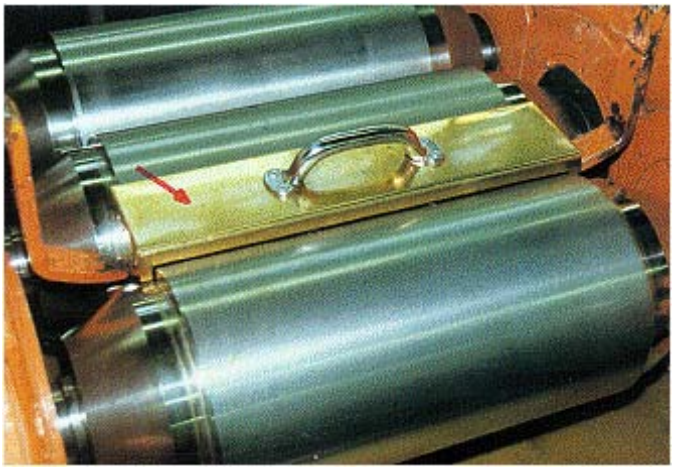


Bild 119: Verdeckung im Spalt zwischen den beiden gegenläufigen Walzen auf der Einlaufseite der Maschine

Maschinen entsprechend Ziffer 2 sind heute in der Mehrzahl der Betriebe im Einsatz (Bild 118).

Der Sicherheitsstandard von Maschinen nach Ziffer 2 ist vergleichsweise gering. Daher soll die Farbmasse auf der Beschickungs- und Entnahmeseite nur mit Hilfsmitteln zugeführt bzw. entnommen werden (Bilder 120 und 121). Die Not-Reißleine über der Maschine (Bild 120) stellt eine zusätzliche Schutzeinrichtung dar.

Bild 120: Zugabe der Farbmasse mit einer Schöpfkelle

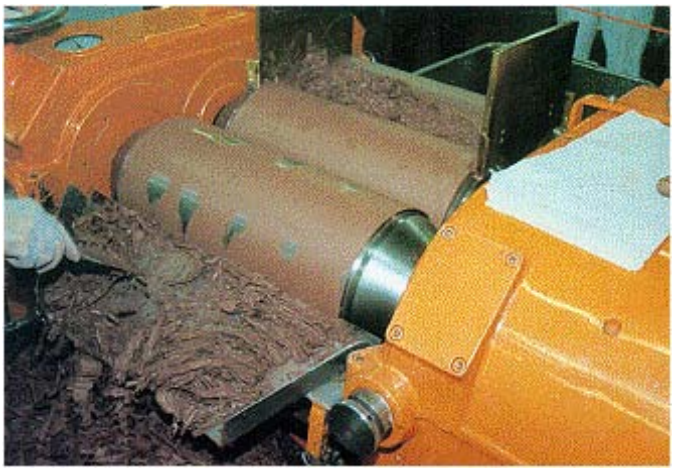


Bild 121: Abnahme der Farbmasse mit einer Spachtel

2.9 Kalander

Kalander sind Maschinen, die in einem Spalt zwischen rotierenden Walzen oder einer Walze und einer feststehenden Platte Lösungen; Dispersionen, Bahnen, Kautschuk bzw. Kautschukmischungen formgebend be- oder verarbeiten. Ein Kalander besteht aus einem Rahmen, der zwei oder mehr dazwischenliegende angetriebene Walzen trägt und ist Teil einer Kalanderanlage. Er dient zum kontinuierlichen Ziehen einer Bahn oder eines Profils aus Gummi oder Kunststoff, zum Zusammenpressen von zwei oder mehreren Bahnen oder zum ein- bzw. zweiseitigen Aufbringen einer Deckschicht aus Gummi oder Kunststoff auf eine Bahn aus Kord-, Textil- oder Drahtgewebe bzw. anderen Werkstoffen. Die Walzen können, abhängig von den zu verarbeitenden Materialien, unterschiedlich temperiert werden. Sie lassen sich so verstellen, daß zwischen ihnen verschieden große Spalte entstehen. Nach prEN 12 301 (Sicherheitsanforderungen an Kalander) ist das Hineingreifen in den Einzugsbereich durch eine oder mehrere der folgenden Schutzeinrichtungen zu verhindern:

- eine feststehende trennende Schutzeinrichtung gemäß Anhang G, die am Einzugsbereich über die gesamte Walzenlänge angeordnet ist.
- eine feststehende trennende Schutzeinrichtung nach 3.2 von prEN 953:1992. Für eine Schutzeinrichtung mit Öffnungen gelten die Sicherheitsabstände nach Tabelle 3 oder Tabelle 4 von EN 294:1992.
- eine Beschickungseinrichtung, die so angebracht ist, daß sie die Funktion einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung hat.

Die VBG 22 läßt darüberhinaus noch Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (z.B. Reißleinen) zu, wenn aus verfahrenstechnischen Gründen eine wie oben beschriebene Sicherung nicht möglich ist.

Bei der in Bild 122 abgebildeten Maschine ist diese Lösung realisiert. Im Zug der Umsetzung der Arbeitsmittelbenutzungsverordnung ist bei dieser Ausführung von Kalandern mit einer Umrüstpflicht zu rechnen.

Bild 122: Kalander mit Not-Reißleinen über bzw. vor den Einzugstellen.

2.10 Mischer

Mischer sind Geräte, die durch Bewegen von Werkzeugen oder Behältern Stoffe mischen.

Diese Geräte werden in der kunststoffverarbeitenden Industrie vor allem eingesetzt

- beim Einfärben des Granulats (z.B. Farbpigmente) mit Taumelmischern (Bild 123, 124),
- beim Aufbereiten der Extrusionsmasse (z.B. Zugabe von Stabilisatoren, Füllstoffen u. dgl. mit Rührwerksmischer (Bild 125).
- beim Homogenisieren (z.B. Minenmasse) mit Mischknetern (Bild 126).

Bild 123: Zugabe von Farbe in Kunststoffgranulat

Bild 124: Taumelmischer

Bild 125: Rührwerksmischer

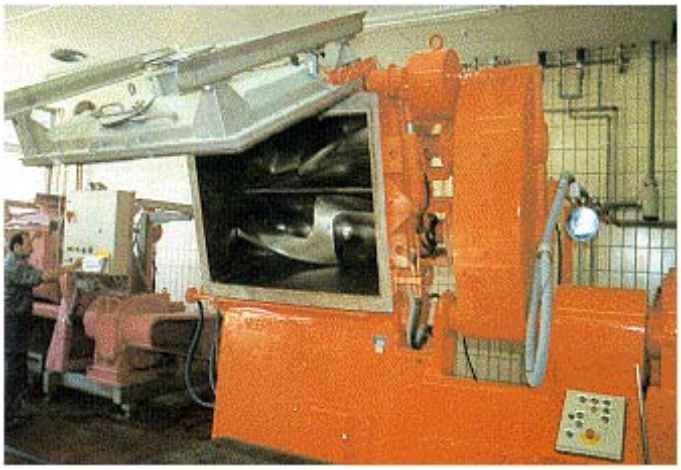


Bild 126: Mischkneter

Gefahrstellen sind:

- **Auflaufstellen** (verursacht durch die Führungsrollen) und Fangstellen (verursacht durch die Verschlüsse an den umlaufenden Behältern) an den Taumelmischern;
- **Fangstellen** (hervorgerufen durch die rotierende Rührwerkswelle),
- **Einzugstellen** (durch die Rührwerkzeuge),
- **Quetschstellen** (durch den kraftbetriebenen Deckel) an Rührwerksmischern,
- **Einzugstellen** (hervorgerufen durch die Mischwerkzeuge) an den Mischknetern.

Schutzmaßnahmen:

- Mischer müssen durch Verkleidungen gesichert sein.
- Bewegliche Teile der Verkleidung (z.B. Deckel) müssen mit dem Antrieb der Mischelemente verriegelt oder verriegelt und zusätzlich mit einer Zuhaltung versehen sein.

Bei Mischern mit kraftbetriebener Deckelbewegung müssen die Quetschstellen im Bereich des sich schließenden Deckels durch abweisende Schutzeinrichtungen gesichert sein oder das Schließen des Deckels muß über eine Zweihandschaltung oder Totmannschaltung erfolgen (Bild 127, 128).

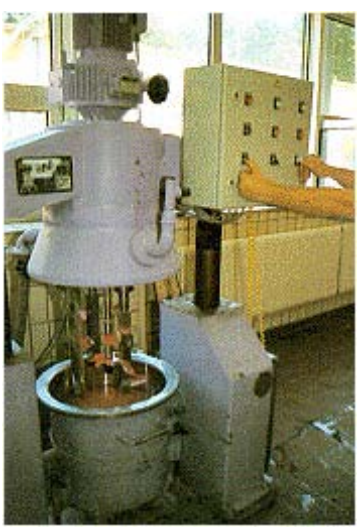


Bild 127: Schließen des Rührwerksmischers mit Zweihandschaltung

Bild 128: Schließen des Deckels des Mischkneters mit Zweihandschaltung

- Mischer mit sich bewegenden Gehäusen (z.B. Taumelmischer) oder Behältern müssen durch Umzäunung oder wenigstens mit verriegelter Umwehrung gesichert sein (Bild 124).

3 Kunststoffpressen

Verarbeitet werden im Preßverfahren hauptsächlich Duroplaste, wie z.B. Phenoplaste, Aminoplaste, ungesättigte Polyesterharze, Epoxidharze, denen unter anderem Füllstoffe, Verstärkungsstoffe und Farbzusätze zugegeben werden. In einigen Fällen werden auch Thermoplaste gepreßt.

Im Preßverfahren werden vor allem technische Teile, wie z.B. Telefonteile, Steckdosen, Haushaltsgeräte, Fernseh- und Rundfunkbauelemente, hergestellt. Das Werkzeug einer Presse besteht in der Regel aus zwei Teilen

- dem Gesenk (Matrize) und
- dem Stempel (Patrize).

Beim Preßvorgang wird der Stempel in das Gesenk gedrückt, wobei die bereits aufbereitete Formmasse Wärme aufnimmt und verdichtet wird. Dabei laufen zwei Prozesse weitgehend gleichzeitig ab, einmal das zur Formung erforderliche Fließen und zum anderen die Vernetzung der Molekülketten (Häutung). Das so unter Druck und Temperatur ausgehärtete Formteil kann dann dem Werkzeug entnommen werden. Die Dauer des Preßvorganges hängt von der Wanddicke des Formteiles und von der Temperatur der Masse ab. Eine auf Werkzeugtemperatur vorgewärmte Masse verkürzt den Preßzyklus (s. Bild 129 und 130).

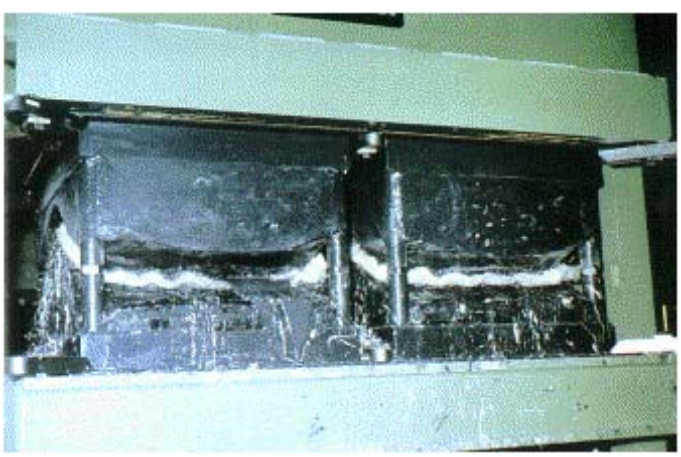


Bild 129: Presse geschlossen (Zweihandschaltung auf dem Bild nicht sichtbar)

Bild 130: Fertig gepreßter Stuhlsitz

Die Hauptgefahrstelle an Kunststoffpressen ist das sich schließende Pressenwerkzeug. Als Schutzmaßnahmen sind trennende Schutzeinrichtungen (Verkleidungen) üblich, die den Gefahrenbereich des sich schließenden Werkzeuges sichern. Bei großräumigen Pressen wird der Zugriff von den Seiten und von hinten üblicherweise durch fest angebrachte Verkleidungen gesichert, während die Beschickungs-/Entnahmeseite durch eine bewegliche Verkleidung gesichert ist.

Bei kleinen Pressen ist eine rings um die Presse reichende bewegliche Verkleidung üblich (Hubgitterkorb).

Bewegliche Verkleidungen müssen so ausgeführt sein, daß die Schließbewegung des Werkzeuges erst dann eingeleitet werden kann, wenn sich die Verkleidung in Schutzstellung befindet und die Verkleidung in ihrer Schutzstellung so verriegelt ist, daß es sich erst nach Beendigung der Schließbewegung des Werkzeuges öffnen läßt oder die Schließbewegung muß durch das vorzeitige Öffnen der Verkleidungen so rechtzeitig unterbrochen werden, daß beim Hineingreifen in den Gefahrenbereich eine Verletzung ausgeschlossen ist.

Die Beschickungs-/Entnahmeseite kann auch durch eine Zweihandschaltung der Anforderungsstufe IV (DIN 24 980 bzw. Typ III B EN 574) gesichert werden.

Werden mehrere Personen gleichzeitig an einer Presse beschäftigt, so sind die Quetschstellen durch das sich schließende Werkzeug durch bewegliche oder feste Schutzgitter zu sichern oder für jeden Beschäftigten ist eine Zweihandschaltung vorzusehen.

Als Sicherung der Gefahrstellen durch sich schließende Werkzeuge kommen ebenfalls berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen der Anforderungsstufe BWS (S) in Frage.

4 Verarbeitung von glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK)

Bei der Herstellung von GFK werden Harze (Polyester- oder Epoxidharze), die meist in Polymerisations- oder Polyadditionsverfahren aushärten, mit Glasfasern, mit Glasseidenmatten, Oberflächenfliesen usw. verstärkt. Man unterscheidet folgende Verfahren:

Handlaminieren

Dies ist ein manuelles Formgebungsverfahren, das viel handwerkliches Geschick erfordert und bei der Herstellung von z.B. Prototypen oder Großteilen komplizierter Formen verwendet wird. Das Handlaminieren besteht aus folgenden Arbeitsschritten:

- Trennmittel auf Grundform auftragen (muß geschlossenen Film bilden)
- Feinschicht auftragen (mit Pinsel oder Spritzpistole)
- Laminieren: Harzschicht auftragen, Verstärkungslage (z.B. Glasfasermatten) einarbeiten, Hartschicht auftragen usw. bis gewünschte Stärke erreicht ist
- nach ausreichender Vernetzung entformen
- mechanische Bearbeitung (Fräsen, Sägen, Bohren)

(siehe Bild 131 und 132).

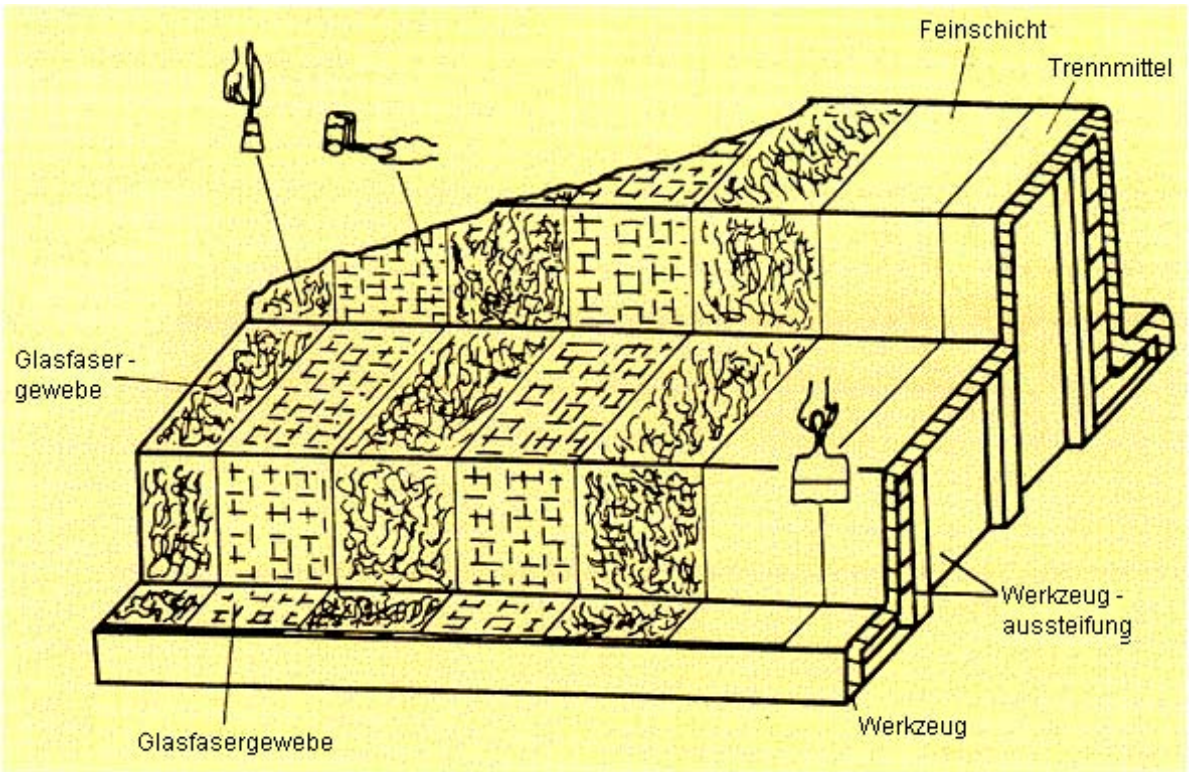


Bild 131: Prinzip des Handlaminierens

Bild 132: Handlaminieren

Faserharzspritzen

Das Faserharzspritzen ist eine teilweise Mechanisierung des Handlaminierverfahrens. Es werden Fasern in einer Spritzpistole gehäckselt, mit Harz vermischt und in dieser Zusammensetzung auf eine Form aufgespritzt (siehe Bild 133).

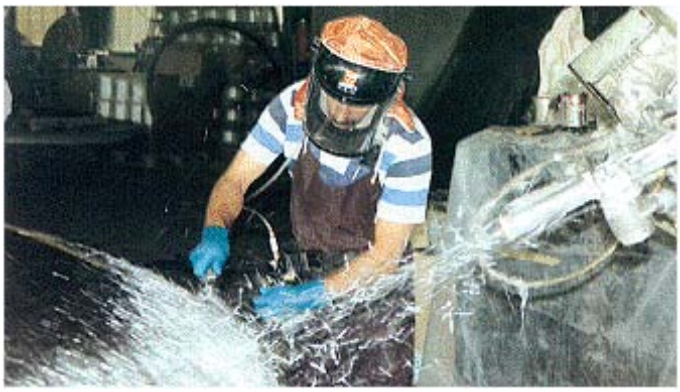


Bild 133: Zweikomponentenspritzpistole zum Faserharzspritzen

Preßverfahren

Das Pressen ist das am weitesten automatisierte Verfahren zum Herstellen von GFK. Meist werden dafür ölhydraulische Oberkurbelpressen mit Hubverzögerung eingesetzt.

Der Preßzyklus besteht aus folgenden Schritten:

- Werkzeug mit Formmasse füllen
- Presse zuerst mit hoher Geschwindigkeit (bis 300 mm/s), dann mit Hubverzögerung (bis 8 mm/s) schließen
- Härten unter Aufrechterhaltung des vorgeschriebenen Druckes
- Presse öffnen und Werkstück entnehmen.

Wickelverfahren

Das Wickelverfahren wird in erster Linie zur Herstellung von Hohlkörpern (z.B. Rohren) eingesetzt und ist weitgehend mechanisiert. Beim Wickeln werden Glasfaserstränge, Einzelfasern oder Gewebe- bzw. Mattenbänder mit Harz bestimmter Viskosität getränkt und unter Spannung und nach einem bestimmten Plan auf einen rotierenden Dorn gewickelt (Bild 134).

Bild 134: Wickelverfahren

Gesundheitsgefahren

Gesundheitsgefahren beim Herstellen von GFK bestehen durch:

- Einatmen schädlicher Dämpfe (z.B. Styrol, Formaldehyd)
- Einatmen und Schlucken von Glasfasern und Glasstaub (speziell bei der mechanischen Verarbeitung von GFK)
- Hautreizung durch Lösungs- und Reinigungsmittel (Styrol) sowie durch Glasfasern (Hautrötungen oder Hautausschläge)
- Hautverätzungen durch organische Peroxide (Härter)
- Augenverätzungen durch Harzansätze und organische Peroxide.

Beim Umgang mit Härtern (z.B. organische Peroxide) sind Schutzbrillen zu benutzen. Wegen der Gefahr von Allergien ist der Hautkontakt mit organischen Aminen (Beschleuniger) zu vermeiden. Schutzausrüstungen wie Handschuhe, Schutzbrillen, Schürzen usw. sind ebenso bereitzustellen und zu benutzen wie Schutz- und Pflegesalben (möglichst den Betriebsarzt an der Auswahl beteiligen). Die Arbeitskleidung sollte wöchentlich gewechselt werden.

Atemschutzmasken mit Feinstaubfilter sind zu benutzen wenn bei der mechanischen Verarbeitung keine Absaugeinrichtung vorhanden oder die Absaugeinrichtung nicht ausreichend ist.

Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz ist oberstes Gebot. Es sind nur die unbedingt erforderlichen Mengen an Harzen, Härtern, Beschleunigern, Löse-, Verdünnungs- und Reinigungsmitteln am Arbeitsplatz zu lagern. Die nicht gebrauchten Stoffe sind in kühlen Lagerräumen mit guter Durchlüftung zu lagern. Verschüttete Härterlösungen sind sofort mit den vorgeschriebenen Reinigungsmitteln zu beseitigen. Harzreste, verunreinigte Lappen und dergleichen sind in besonderen Abfallbehältern aufzubewahren. Zur Verhütung von Feuer- und Explosionsgefahren sind offenes Feuer oder Licht zu vermeiden, das Rauchverbot ist einzuhalten. Wegen der damit verbundenen Explosionsgefahr dürfen organische Peroxide und Beschleuniger nicht direkt zusammengebracht werden. Feuerlöscher und Feuerlöschdecken sind in ausreichender Anzahl zur Verfügung zu stellen, der Gebrauch sowie der Aufstellungsort müssen den Beschäftigten bekannt sein.

Technische Schutzausrüstungen

Handlaminieren

- gute Raum- und Arbeitsplatzbelüftung in Kombination mit Raum- und Arbeitsplatzabsaugung, bei wannenförmigen Teilen mit zusätzlicher Einzelabsaugung im Laminierbereich.
- günstig ist eine Raumquerdurchströmung mit Zuluft von der Decke und Abluftöffnung in Bodennähe.
- die zugeführte Frischluft muß mindestens 2 °C kälter sein als die Raumluft (kältere Luft sinkt nach unten, warme steigt nach oben)
- Luftgeschwindigkeit in Kopfhöhe ≤ 0,1 m/s zur Vermeidung von Zugerscheinungen
- Einrichtung von "Laminierboxen", das sind räumlich abgetrennte Laminierarbeitsplätze
- um Verschmutzungen zu vermeiden, soll der Boden mit schwer entflammbarem Papier bedeckt werden. Verschmutztes Papier ist nach der Arbeitsschicht sachgerecht zu entsorgen.

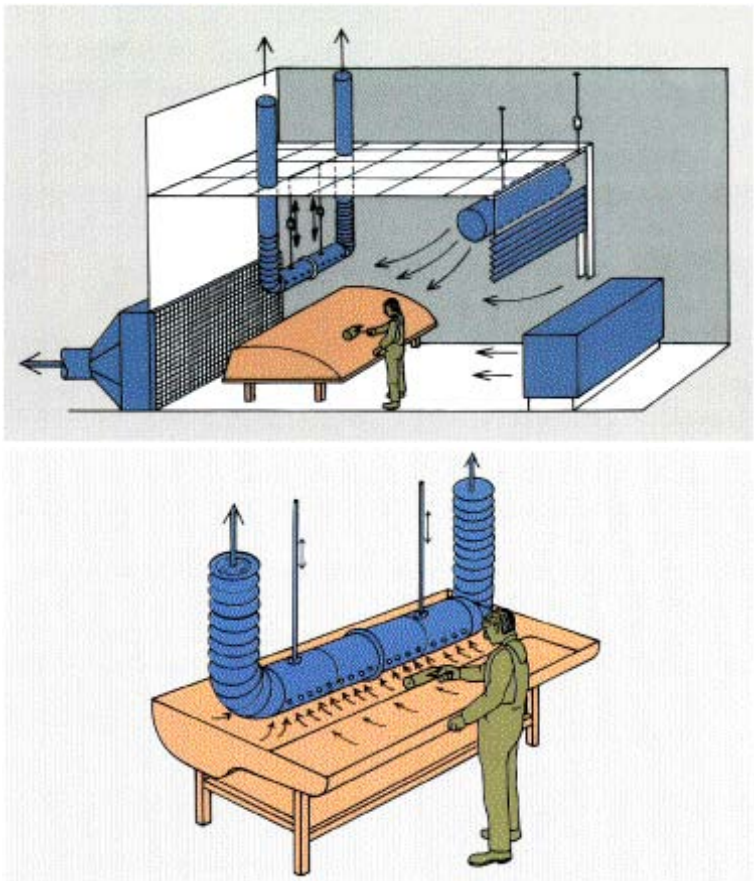


Bild 135: Absaugmaßnahmen beim Handlaminieren

Faserspritzen

- gute Raum- und Arbeitsplatzbelüftung in Kombination mit Raum- und Arbeitsplatzabsaugung
- günstig ist eine Raum**quer**durchströmung mit Zuluft von der Decke und Abluftöffnung in Bodennähe
- die zugeführte Frischluft **muß** mindestens 2 °C kälter sein als die Raumluft (kältere Luft sinkt nach unten, warme steigt nach oben)
- Luftgeschwindigkeit in Kopfhöhe ≤ 0,1 m/s zur Vermeidung von Zugerscheinungen
- die Spritzeinrichtung darf nicht entgegen der Raumquerdurchströmung erfolgen. Das kann eine drehbare Formenauflage erforderlich machen.
- Einrichtung von "Faserspritzboxen“, das sind räumlich abgetrennte Faserspritzarbeitsplätze
- um Verschmutzungen zu vermeiden, sollen der Boden und die Wände mit schwer entflammbarem Papier bedeckt werden. Verschmutztes Papier ist nach der Arbeitsschicht sachgerecht zu entsorgen.

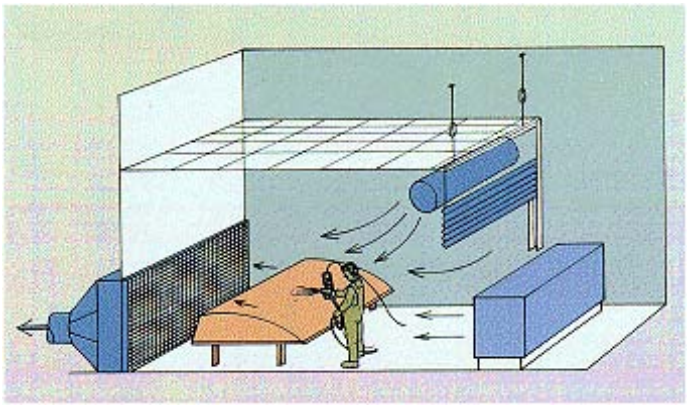


Bild 136: Absaugmaßnahmen beim Faserspritzen

Wickelverfahren

Da das Wickelverfahren überwiegend bei großen Werkstücken, z.B. Behältern, Anwendung findet, werden wegen der großen Oberflächen große Mengen an Styroldämpfen freigesetzt. Deshalb müssen besondere technische Maßnahmen getroffen werden.

Empfehlung:

- quasi-geschlossenens System: Die Wickelanlage befindet sich in einer allseitig geschlossenen Kapsel, die nur an der Beschickungsseite für den Materialauftrag (Roving und Harz) offen ist.

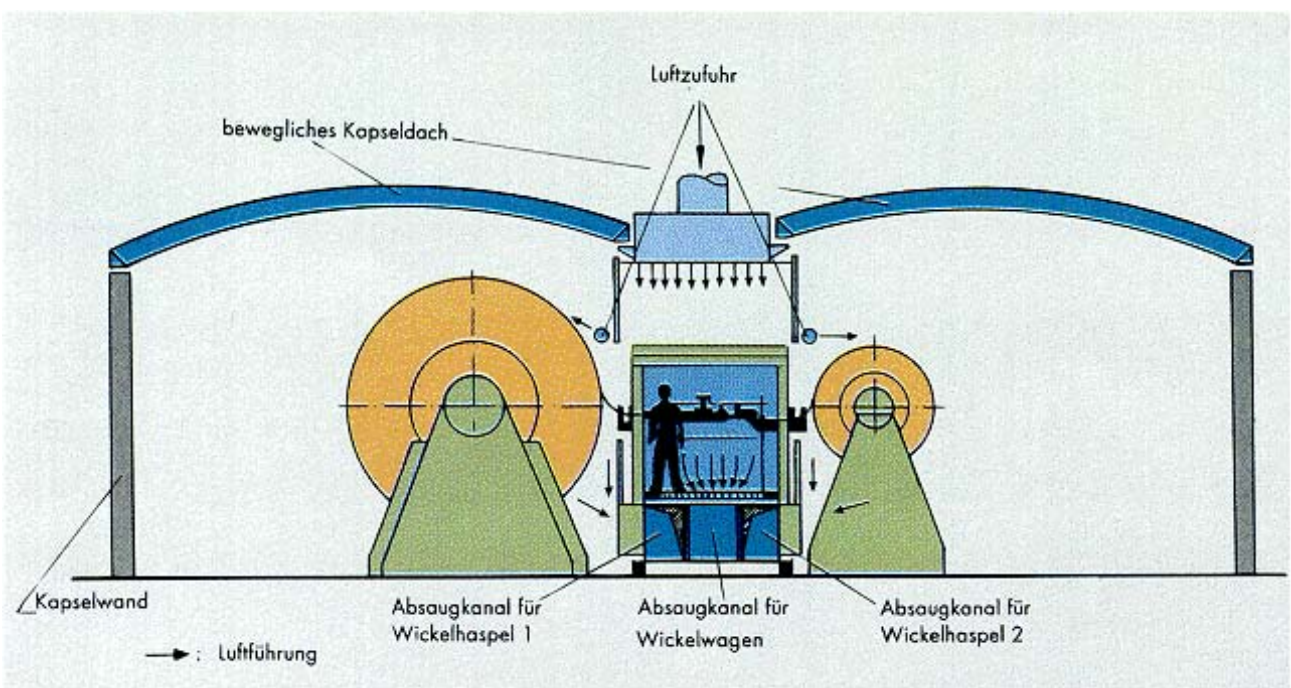


Bild 137: Absaugmaßnahmen beim Wickelverfahren

Gefahrstoffe – Einführung

Thema:

Gefahrstoffe – Einführung

Lehrziel:

Der Teilnehmer soll den berufsbedingten Umgang mit Gefahrstoffen, die Gefährdungsmerkmale, Maßnahmen des Gesundheitsschutzes und erforderliche Vorsorgeuntersuchungen kennenlernen.

1 Was sind Gefahrstoffe?

Gefahrstoffe sind Stoffe, die

- Gesundheitsgefahren
- Brand- und Explosionsgefahren
- Gefahren für die Umwelt

mit sich bringen können. Häufig treten mehrere Gefahren bei einem Gefahrstoff gemeinsam auf. Gefahrstoffe können

- gasförmig (z.B. Dämpfe beim Spritzlackieren),
- flüssig (z.B. Säuren) oder
- staubförmig (z.B. Holzstaub)

sein.

1.1 Brand- und Explosionsgefahren

Brand- und Explosionsgefahren gehen von Gefahrstoffen aus, die

- explosionsgefährlich,
- explosionsfähig,
- brandfördernd,
- hochentzündlich,
- leichtentzündlich oder
- entzündlich sind.

Explosionsgefährlich
sind Stoffe und Zubereitungen, die auch ohne Beteiligung von Luftsauerstoff exotherm und unter schneller Entwicklung von Gasen reagieren können und unter festgelegten Prüfbedingungen detonieren.

Explosionsfähig
sind Stoffe und Zubereitungen, die auch ohne Luft durch Zündquellen wie äußere thermische Einwirkungen, mechanische Beanspruchungen oder Detonationsstöße zu einer chemischen Umsetzung gebracht werden können, bei der hochgespannte Gase in so kurzer Zeit entstehen, daß ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird, oder im Gemisch mit Luft, wenn nach Wirksamwerden einer Zündquelle eine selbsttätig sich fortpflanzende Flammenausbreitung stattfindet, die im allgemeinen mit einem sprunghaften Temperatur- und Druckanstieg verbunden ist.

Brandfördernd
sind Stoffe und Zubereitungen, die bei Berührung mit anderen, insbesondere entzündlichen Stoffen, stark wärmeabgebend (exotherm) reagieren können.

Beispiele: organische Peroxide
Wasserstoffperoxid

Hochentzündlich
sind Stoffe und Zubereitungen, die

a) in flüssigem Zustand einen extrem niedrigen Flammpunkt und einen niedrigen Siedepunkt haben,

b) als Gase bei gewöhnlicher Temperatur und Normaldruck in Mischung mit Luft einen Explosionsbereich haben.

Beispiele: Ethylether, Blausäure

Leichtentzündlich
sind Stoffe und Zubereitungen, die

a) sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft ohne Energiezufuhr erhitzen und schließlich entzünden können;

b) im festen Zustand durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernung weiterbrennen oder weiterglimmen;

c) im flüssigen Zustand einen sehr niedrigen Flammpunkt haben;

d) bei Berührung mit Wasser oder mit feuchter Luft hochentzündliche Gase in gefährlicher Menge entwickeln.

Beispiele: Toluol, Benzol, Aceton, Methanol, Benzin, Polystyrolschaum, Magnesium, Tetrahydrofuran

Entzündlich
sind Stoffe und Zubereitungen, die im flüssigen Zustand einen Flammpunkt von mindestens 21 °C und höchstens 55 °C haben.

Beispiele: Terpentinöl, Ethylglycol, Ammoniak

1.2 Gesundheitsgefahren

Gesundheitsgefahren gehen von Gefahrstoffen aus, die

- sehr giftig
- giftig
- gesundheitsschädlich
- ätzend
- reizend
- sensibilisierend
- krebserzeugend
- fortpflanzungsgefährdend
- erbgutverändernd oder
- umweltgefährlich

sind.

Sehr giftig
sind Stoffe und Zubereitungen, die in sehr geringer Menge bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können.

Beispiele: Blausäure, Phosgen, Pentachlorphenol, Toluylendiisocyanat (TDI)

Giftig
sind Stoffe und Zubereitungen, die in geringer Menge bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können.

Beispiele: Formaldehyd, Methanol, Hydrazin, Benzol, Lindan, Arsen

Gesundheitsschädlich
sind Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können.

Beispiele: Methylenchlorid, Trichlorethylen, Perchlorethylen, Toluol, Xylol

Ätzend
sind Stoffe und Zubereitungen, die lebende Gewebe bei Berührung zerstören können.

Beispiele: Wasserstoffperoxid, Säuren, Laugen, Hydrazin

Reizend
sind Stoffe oder Zubereitungen, die – ohne ätzend zu sein – bei kurzzeitigem, länger andauerndem oder wiederholtem Kontakt mit Haut oder Schleimhaut eine Entzündung hervorrufen können.

Beispiele: Isocyanate (MDI, TDI, HDI), Formaldehyd, Styrol, Aceton, Salmiakgeist, Salmiak

Sensibilisierend
sind Stoffe oder Zubereitungen, die bei Einatmen oder Aufnahme über die Haut Überempfindlichkeitsreaktionen hervorrufen können, so daß bei künftiger Exposition gegenüber dem Stoff oder der Zubereitung charakteristische Störungen auftreten.

Beispiele: Isocyanate (MDI, TDI, HDI), Formaldehyd, Epoxidharze

Krebserzeugend
sind Stoffe oder Zubereitungen, die bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut Krebs erregen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können.

Krebserzeugende Stoffe oder Zubereitungen werden in 3 Kategorien eingestuft (nach Anhang I der Gefahrstoffverordnung):

Kategorie 1
Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken. Es sind hinreichende Anhaltspunkte für einen Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und der Entstehung von Krebs vorhanden.

Beispiele: Asbest, Benzol, Buchen- und Eichenholzstaub, Vinylchlorid, Zinkchromate

Kategorie 2
Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, daß die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann. Diese Annahme beruht im allgemeinen auf:

- geeigneten Langzeit-Tierversuchen
- sonstigen relevanten Informationen

Beispiele: Benzo(a)pyren, Hydrazin, Cadmium (bioverfügbar, in Form atembarer Stäube/Aerosole), 1-Chlor-2,3-epoxypropan (Epichlorhydrin)

Kategorie 3
Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlaß zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen.

Beispiele: Dichlormethan, Nickel, Cobalt-Verbindungen (bioverfügbar, in Form atembarer Stäube/Aerosole), Holzstaub

Die Aufnahme eines Stoffes in Kategorie 1 erfolgt aufgrund epidemiologischer Daten; die Aufnahme in die Kategorien 2 und 3 beruht vor allem auf Tierversuchen.

Fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch)
sind Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut nichtvererbbare Schäden der Nachkommenschaft hervorrufen oder deren Häufigkeit erhöhen (fruchtschädigend) oder eine Beeinträchtigung der männlichen oder weiblichen Fortpflanzungsfunktionen oder -fähigkeiten zur Folge haben können.

Stoffe, die eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit zur Folge haben können, werden mit R_F gekennzeichnet.

Beispiele: Benzo(a)pyren, Bleiacetat basisch

Stoffe, die eine fruchtschädigende Wirkung haben können, werden mit R_E gekennzeichnet.

Beispiele: Benzo(a)pyren, Bleichromat, Bleiverbindungen

Erbgutverändernd (mutagen)
sind Stoffe und Zubereitungen, die bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut vererbbare genetische Schäden zur Folge haben oder deren Häufigkeit erhöhen können. In der Stoffliste werden sie mit M gekennzeichnet.

Beispiele: Benzo(a)pyren, Benzol

Die fortpflanzungsgefährdenden und die erbgutverändernden Stoffe werden ähnlich wie die krebserzeugenden Stoffe auch jeweils in 3 Kategorien eingeteilt Kategorie 1, 2 und 3).

Umweltgefährlich
sind Stoffe und Zubereitungen, die selbst oder ihre Umwandlungsprodukte geeignet sind, die Beschaffenheit des Naturhaushalts, von Wasser Boden oder Luft, Klima, Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen derart zu verändern, daß dadurch sofort oder später Gefahren für die Umwelt herbeigeführt werden können.

Gefahrstoffe im Sinne des Chemikaliengesetzes sind auch Stoffe und Zubereitungen, die explosionsfähig oder auf sonstige Weise chronisch schädigend sind.

Auf sonstige Weise chronisch schädigend
sind Stoffe und Zubereitungen, die bei wiederholter oder länger andauernder Exposition einen Gesundheitsschaden verursachen können, der nicht unter krebserzeugend, fortpflanzungsgefährdend oder erbgutverändernd eingestuft werden kann.

Beispiel: Asbeststaublunge, Quarzstaublunge

2 Wie können Gefahrstoffe in den Körper aufgenommen werden?

Die Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper kann erfolgen durch:

Berühren

Man spricht hier von Hautresorption (= Aufnahme durch die Haut). Die Gefahr der Hautresorption kann eine höhere Vergiftungsgefahr bedeuten, als die Aufnahme in den Körper durch Einatmen. Hautresorptiv sind insbesondere flüssige Gefahrstoffe, die gut fettlöslich sind und eine hohe Verweilzeit auf der Haut haben. Sie sind in der TRGS 900 (MAK-Werte) mit dem Symbol "H" bezeichnet.

Beispiele: Methanol, Benzol, Dimethylformamid, Hydrazin, Lindan, PCP

Einatmen

Gefahrstoffe, die als

- Gase,
- Dämpfe,
- Schwebstoffe (z.B. Nebel, Stäube, Rauche)

auftreten, können durch Inhalation in den Körper gelangen. Sie können sich in der Lunge ablagern oder über die Lunge in die Blutbahn gelangen und sich somit im gesamten Körper verteilen.

Verschlucken

Oral (durch Verschlucken) können Gefahrstoffe über den Magen-Darm-Trakt als Feststoffe oder Flüssigkeiten in den Körper und über die Magen-Darm-Schleimhaut in die Blutbahn gelangen.

3 Kennzeichnung von Gefahrstoffen

Die Kennzeichnungspflicht nach der Gefahrstoffverordnung gilt sowohl für Stoffe als auch für Zubereitungen. Eine Zubereitung ist ein Gemisch aus mehreren Stoffen (z.B. Wasser und Alkohol). Während bei reinen Stoffen nur Art und Eigenschaften des Stoffes für die Kennzeichnungspflicht ausschlaggebend sind, sind bei Zubereitungen (Stoffgemischen) auch ihre einzelnen Bestandteile und deren Konzentration wichtig. Behältnisse (Verpackungen), die gefährliche Stoffe oder Zubereitungen enthalten, sind zu kennzeichnen (Bild 1).

Verdünnung

giftig leichtentzündlich

Enthält zwischen 20 % und 50 % Methanol, Toluol, Buthanol

Hinweise auf besondere Gefahren:
Giftig beim Einatmen und Verschlucken

Sicherheitsratschläge:
Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen! Behälter dicht verschlossen halten! Von Zündquellen fernhalten – nicht rauchen! Berührung mit der Haut vermeiden! Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen!
Hersteller, Einfürer, Vertreiber.

Bild 1: Kennzeichnung einer Zubereitung

3.1 Kennzeichnung von Stoffen

Als Kennzeichnung müssen angegeben werden:

1. die chemische Bezeichnung des Stoffes nach Anhang I Nr. 1 der GefStoffV,
2. die Gefahrensymbole und die dazugehörigen Gefahrenbezeichnungen nach Anhang I Nr. 2 der GefStoffV,
3. die Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze) nach Anhang I Nr. 3 der GefStoffV
4. die Sicherheitsratschläge (S-Sätze) nach Anhang I Nr. 4 der GefStoffV,
5. der Name, die vollständige Anschrift und die Telefonnummer des Herstellers, des Einführers oder des Vertriebsunternehmers; bei Herstellern mit Sitz außerhalb der Europäischen Gemeinschaften Name und vollständige Anschrift dessen, der den Stoff in die Europäischen Gemeinschaften einführt oder erneut in den Verkehr bringt,
6. die dem Stoff zugeordnete EWG-Nummer (EINECS- oder ELINCS-Nummer),

7. bei Stoffen, die in der Bekanntmachung des § 4a Abs. 1[2] aufgeführt sind, der Hinweis "EWG-Kennzeichnung".

- Die in der Bekanntmachung nach § 4a Abs. 1[3] aufgeführten Stoffe sind mit den dort festgelegten Angaben zu kennzeichnen.
- Die in der Bekanntmachung nach § 4a Abs. 1[4] nicht aufgeführten Stoffe sind entsprechend der nach den Kriterien in Anhang I Nr. 1 der GefStoffV erfolgten Einstufung zu kennzeichnen.

3.2 Kennzeichnung von Zubereitungen

Als Kennzeichnung müssen nach dem Anhang II der GefStoffV angegeben werden:

1. der Handelsname oder die Bezeichnung der Zubereitung,

2. die chemische Bezeichnung des gefährlichen Stoffes oder der gefährlichen Stoffe, die in der Zubereitung enthalten sind, nach Anhang I Nr. 1 in Verbindung mit Anhang II Nr. 1,

3. die Gefahrensymbole und die dazugehörigen Gefahrenbezeichnungen nach Anhang I Nr. 2,

4. die Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) nach Anhang I Nr. 3,

5. die Sicherheitsratschläge (S-Sätze) nach Anhang I Nr. 4,

6. der Name, die Anschrift und die Telefonnummer des Herstellers, des Einführers oder des Vertriebsunternehmers; bei Herstellern mit Sitz außerhalb der Europäischen Gemeinschaften Name und Anschrift dessen, der die Zubereitung in die Europäischen Gemeinschaften einführt oder erneut in den Verkehr bringt,

7. die Nennmenge (Nennmasse oder Nennvolumen) oder Füllmenge des Inhalts bei den für jedermann erhältlichen verpackten Zubereitungen.

Die Auswahl der chemischen Bezeichnung des Stoffes, der Gefahrensymbole und der R-Sätze nach Absatz 1 Nr. 2, 3 und 4 hat nach den Bestimmungen des Anhangs II Nr. 1 in Verbindung mit Anhang I Nr. 1 zu erfolgen. Die Auswahl der S-Sätze nach Absatz 1 Nr. 5 hat nach den Bestimmungen des Anhangs I Nr. 1 zu erfolgen.

3.3 Kennzeichnung von Erzeugnissen

- Asbesthaltige Erzeugnisse sind nach Anhang III Nr. 1 der GefStoffV zu kennzeichnen (Bild 3).
- Erzeugnisse, die Formaldehyd freisetzen, sind nach Anhang III Nr. 9 der GefStoffV zu kennzeichnen.

Werden die in Bild 2 gezeigten Gefahrensymbole angetroffen, sind die in Bild 4 angeführten Sicherheitsratschläge stets mit auf dem Kennzeichnungsschild auszudrucken.

Die Kennzeichnungspflicht trifft nicht nur den Hersteller oder Einführer sondern auch den Verbraucher. Werden nämlich gefährliche Stoffe, die gekennzeichnet angeliefert wurden, umgefüllt, müssen dafür nicht nur geeignete Behälter ausgewählt werden, die Behälter müssen auch wie die ursprünglichen Behälter gekennzeichnet werden.

---

[2] Anhang I der Richtlinie 67/548 EWG

[3] Anhang I der Richtlinie 67/548 EWG

[4] Anhang I der Richtlinie 67/548 EWG

E	F+	T+	C	Xn
Explosions-gefährlich	Hochent-zündlich	Sehr giftig	Ätzend	Gesundheits-schädlich
O	**F**	**T**	**Xi**	**N**
Brandfördernd	Leicht-entzündlich	Giftig	Reizend	Umwelt-gefährlich

Bild 2: Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen

Bild 3: Kennzeichnung asbesthaltiger Materialien

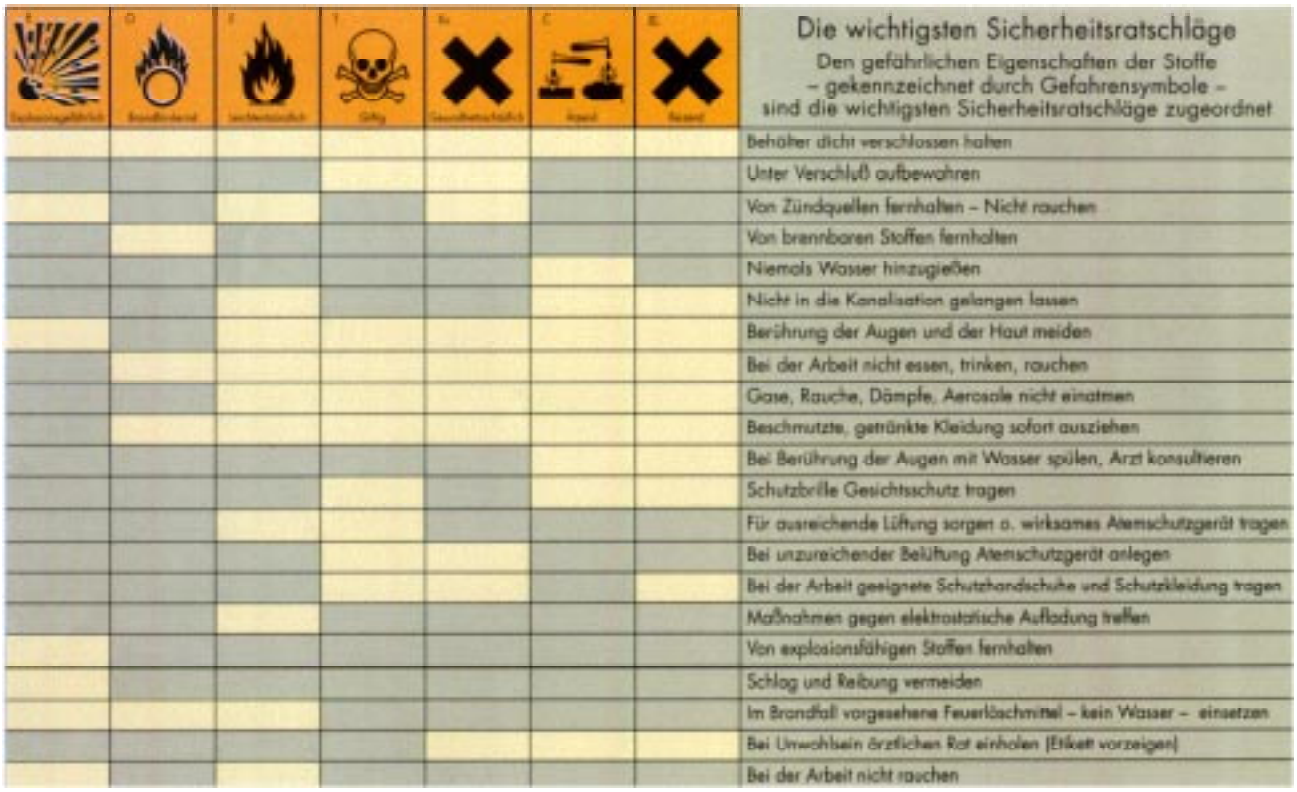


Bild 4: Wichtige Sicherheitsratschläge (S-Sätze) zu den Gefahrensymbolen

Gefährliche Stoffe in Gebinden, die nicht gekennzeichnet sind – z.B. weil die Etiketten verlorengegangen oder nicht mehr lesbar sind – dürfen nicht verwendet werden.

Selbstverständlich ist das Aufbewahren von Gefahrstoffen in Flaschen, in denen üblicherweise trinkbare Flüssigkeiten abgefüllt sind, z.B. Bierflaschen, verboten.

4 Grenzwerte

Im Jahre 1537 veröffentlichte Paracelsus folgendes Grundprinzip: "Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift. Allein die Dosis macht, daß ein Ding kein Gift ist."

Damit ist gesagt, daß es selbst vom stärksten Gift eine unschädliche Dosis gibt; schädliche Wirkungen beim Menschen also nicht auftreten wenn die Konzentration des Stoffes in der Umgebung, entsprechend niedrig gehalten wird.

Eine Ausnahme von diesem Prinzip bilden krebserzeugende Stoffe: bei diesen ist die Angabe einer ungefährlichen Konzentration (Dosis) nicht möglich.

MAK-(Maximale-Arbeitsplatz-Konzentrations-)Wert

Für viele Schadstoffe sind Konzentrationswerte toxikologisch ermittelt worden, welche in der Umgebungsluft toleriert werden können, ohne daß mit Gesundheitsbeeinträchtigungen für Arbeitnehmer bei einer täglichen 8-stündigen Arbeitsschicht und bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden zu rechnen ist. Dieser Konzentrationswert wird als MAK-Wert bezeichnet. Die MAK-Werte sind in der TRGS 900 (Technische Regel Gefährliche Stoffe) veröffentlicht. Sie werden jährlich überprüft und aktualisiert.

Zu beachten ist, daß die MAK-Werte nur für den reinen Stoff gelten. Für Stoffgemische ist statt des Grenzwertes ein Indexwert von 1 als Grenzwert festgesetzt (siehe TRGS 403). Dieser Indexwert berücksichtigt die einzelnen Bestandteile des Stoffgemisches. Für die

meßtechnische Überwachung wird für jeden Einzelstoff errechnet, welchen Konzentrationsanteil vom dafür geltenden Grenzwert dieser Bestandteil erreicht. Die Summe der Konzentrationsanteile darf die Zahl 1 nicht überschreiten.

TRK-(Technische Richt-Konzentrations-)Wert

ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann.

TRK-Werte sind für solche Gefahrstoffe festgelegt, für die keine MAK-Werte existieren, weil medizinische Erfahrungen noch nicht vorliegen (z.B. für alle krebserzeugenden Stoffe). Konzentrationen unterhalb des TRK-Wertes schließen Gesundheitsgefahren nicht vollständig aus; Erkrankungen sind auch unterhalb der Konzentrationsgrenzwerte denkbar. Deshalb ist anzustreben, daß die im Betrieb vorkommenden Konzentrationen möglichst weit unter dem TRK-Wert liegen.

MIK-(Maximale-Immissions-Konzentrations-)Werte

Die MIK-Werte geben die höchstzulässige Konzentrationswerte für Arbeitsstoff-Immissionen über 24 Stunden am Tag wieder; sie sind z.B. maßgeblich für die Beurteilung der Einwirkung von Stoffen auf Menschen in ihrer Wohnung (z.B. aus Möbeln ausgasendes Formaldehyd, der MAK-Wert von Formaldehyd ist mit 0,5 ppm angegeben, der MIK-Wert darf 0,1 ppm nicht überschreiten).

BAT-(Biologische-Arbeitsplatz-Toleranz-)Werte

Zur Beurteilung der vom Organismus tatsächlich aufgenommenen Menge eines Fremdstoffes werden BAT-Werte festgelegt. Mit der Einführung von BAT-Werten wird die unterschiedliche individuelle Aufnahmefähigkeit und Empfindlichkeit, die u.a. durch Alter, Geschlecht und Konstitution bedingt sind, berücksichtigt; ferner das körperliche Befinden zur Zeit der Einwirkung, welches z.B. durch erhöhte Atemfrequenz oder erhöhte Hauttemperatur bei Akkordarbeit verändert sein kann.

Auslöseschwelle

Die Auslöseschwelle ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz oder die Konzentration eines Stoffes oder seines Umwandlungsproduktes im Körper, bei deren Überschreitung zusätzliche Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit erforderlich sind.

Der Überschreitung der Auslöseschwelle steht es gleich, ... wenn ein unmittelbarer Hautkontakt besteht.

TRGS 101 "Begriffsbestimmungen“ (Bekanntm. des BMA vom 1.11.1996)

"Die Auslösewelle ist überschritten, wenn die Einhaltung des Luftgrenzwertes nicht nachgewiesen ist. Bei gesplitteten Luftgrenzwerten gilt der niedrige Wert, sofern nicht im Einzelfall andere Regelungen getroffen werden".

Gefahrstoffverordnung (§ 28 Abs. 2)

„Soweit nicht arbeitsmedizinisch begründeter **stoffspezifischer Wert** festgelegt ist, tritt dieser an die Stelle der Auslöseschwelle ..."

Wann gilt die Auslöseschwelle als überschritten und was ist dann zu tun?

Werden Arbeitsverfahren angewandt, bei denen es sicher ist, daß eine Exposition nicht möglich ist (z.B. Verarbeitung in geschlossenen Apparaturen), gilt die Auslöseschwelle als unterschritten.

a) Überschreitung der Auslöseschwelle bei Stoffen mit MAK-Wert

Ist die Auslöseschwelle bei Stoffen mit MAK-Werten nicht eingehalten, sind

- arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen durchzuführen,
- Beschäftigungsbeschränkungen zu beachten und
- die betroffenen Arbeitnehmer und die Betriebs- bzw. Personalräte zu informieren.

b) Überschreitung der Auslöseschwelle bei krebserzeugenden Stoffen

Ist die Auslöseschwelle bei krebserzeugenden Stoffen nicht eingehalten,

- sind persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen,
- ist eine Mitteilung an die betroffenen Arbeitnehmer und Betriebs- oder Personalräte zu machen,
- sind die Beschäftigungsbeschränkungen zu beachten,
- sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen,
- ist eine Anzeige an die Behörde zu erstellen,
- sind die Arbeitszeitregelungen zu beachten und
- die Arbeitsbereiche deutlich abzugrenzen (nur bei Asbest).

c) Überschreitung der Auslöseschwelle bei hautresorptiven Stoffen

Bei Gefahrstoffen, die durch die Haut aufgenommen werden können, ist in der Regel von einer Überschreitung der Auslöseschwelle auszugehen, wenn beim Umgang mit den Gefahrstoffen ein unmittelbarer Hautkontakt besteht.

d) Auslöseschwelle und stoffspezifische Arbeitsverfahren oder Tätigkeiten

In technischen Regeln können stoffspezifische Arbeitsverfahren oder Tätigkeiten genannt werden, für die eine Über- bzw. Unterschreitung der Auslöseschwelle zu unterstellen ist.

5 Beschäftigungsbeschränkungen

Jugendliche

Der Unternehmer darf Jugendliche mit

- leichtentzündlichen
- entzündlichen oder
- brandfördernden Gefahrstoffen

nur dann beschäftigen, wenn sie durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden.

Mit explosionsgefährlichen oder hochentzündlichen Gefahrstoffen ist eine Beschäftigung Jugendlicher nur dann zulässig, wenn

- dies zur Erreichung des Ausbildungszieles erforderlich ist,
- die Jugendlichen mindestens 15 Jahre alt sind und
- durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden.

Das gleiche gilt für den Umgang mit gesundheitsschädlichen, ätzenden oder reizenden Gefahrstoffen, wenn die Auslöseschwelle überschritten ist. Der Unternehmer darf Jugendliche mit

- sehr giftigen,
- giftigen,
- krebserzeugenden,
- fruchtschädigenden,
- erbgutverändernden oder
- in sonstiger Weise den Menschen chronisch schädigenden Gefahrstoffen

nur dann beschäftigen, wenn

- die Auslöseschwelle nicht überschritten wird,
- die Jugendlichen mindestens 15 Jahre alt sind,
- der Umgang mit diesen Stoffen zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich ist,
- die Jugendlichen durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden und
- die Jugendlichen von einem ermächtigten Arzt innerhalb von 12 Wochen vor Beginn der Beschäftigung untersucht worden sind und eine vom Arzt ausgestellte Bescheinigung vorliegt, daß keine gesundheitlichen Bedenken gegen die Beschäftigung bestehen.

Werdende oder stillende Mütter

dürfen mit

- sehr giftigen,
- giftigen,
- gesundheitsschädlichen oder
- in sonstiger Weise den Menschen chronisch schädigenden

Gefahrstoffen nicht beschäftigt werden, wenn die Auslöseschwelle überschritten ist.

Werdende Mütter

dürfen mit

- krebserzeugenden,
- fruchtschädigenden oder
- erbgutverändernden Stoffen

nur dann beschäftigt werden, wenn sie beim bestimmungsgemäßen Umgang den Gefahrstoffen nicht ausgesetzt sind.

Stillende Mütter

dürfen mit

- krebserzeugenden,
- fruchtschädigenden oder
- erbgutverändernden Stoffen

nur dann beschäftigt werden, wenn die Auslöseschwelle nicht überschritten ist.

Gebärfähige Arbeitnehmerinnen

dürfen nicht mit Gefahrstoffen,

- die Blei
- oder Quecksilberalkyle

enthalten, beschäftigt werden, wenn die Auslöseschwelle überschritten wird.

6 Vorsorgeuntersuchungen

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen beim Umgang mit Gefahrstoffen sind immer dann durchzuführen, wenn die Auslöseschwelle überschritten ist, bzw. direkter Hautkontakt mit hautresorbierenden Stoffen besteht.

Anhang 4 führt erforderliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen beim Umgang mit typischen Gefahrstoffen im Bereich der Holz-Berufsgenossenschaft an.

In Anlage 1 der Unfallverhütungsvorschrift „Arbeitsmedizinische Vorsorge" (VBG 100) sind alle chemischen, physikalischen oder biologischen Einwirkungen oder gefährdenden Tätigkeiten aufgeführt, bei denen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen durchzuführen sind.

Die Vorsorgeuntersuchungen müssen von ermächtigten Ärzten durchgeführt werden. Untersucht wird nach den "Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“. Die Kosten (Arzt- und Laborkosten, auch Fahrt- und Lohnausfallkosten im Zusammenhang mit der Untersuchung) trägt der Unternehmer.

Der Untersuchungsbefund der Vorsorgeuntersuchungen muß vom Arzt schriftlich festgehalten werden. Der Arzt ist verpflichtet, dem Unternehmer über das Untersuchungsergebnis eine Bescheinigung auszustellen. Die ärztliche Bescheinigung dokumentiert nur das Untersuchungsergebnis, nicht die Untersuchungsbefunde, da diese der ärztlichen Schweigepflicht unterliegen. Diese werden vom Arzt aufbewahrt. Als Ergebnis der Untersuchung wird lediglich auf einem Vordruck mitgeteilt:

- "keine gesundheitlichen Bedenken", oder
- „keine gesundheitlichen Bedenken unter bestimmten Voraussetzungen",

  oder
- „Gesundheitliche Bedenken befristet bis ...", oder
- "gesundheitliche Bedenken".

Hält der Unternehmer oder der Arbeitnehmer die vom Arzt ausgestellte Bescheinigung für unzutreffend, so kann der Unternehmer oder der Arbeitnehmer die Entscheidung der zuständigen Behörde (im Regelfall die Gewerbeaufsicht) oder der Berufsgenossenschaft herbeiführen.

Eine **Erstuntersuchung** ist erforderlich, wenn der Arbeitnehmer in Bereichen beschäftigt werden soll, in denen er der Einwirkung durch Gefahrstoffe bzw. gefährdende Tätigkeiten ausgesetzt ist. Die Untersuchung muß vor Beginn der Beschäftigung durchgeführt werden und darf nicht länger als 12 Wochen zurückliegen.

Nachuntersuchungen sind nach vorgeschriebenen Fristen bzw. Zeitspannen erforderlich, wenn der Arbeitnehmer in den genannten Bereichen weiter beschäftigt werden soll.

Nachgehende Untersuchungen

Bei einer Einwirkung von krebserzeugenden Stoffen sind Versicherte zusätzlichen Untersuchungen – Nachgehenden Untersuchungen – zu unterziehen, wenn eine erste Nachuntersuchung durchgeführt werden mußte. Wann eine solche Einwirkung vorliegt, kann aus Tabelle 1 der UVV VBG 100 entnommen werden. Für die Durchführung dieser Untersuchungen hat bei bestehendem Beschäftigungsverhältnis der Unternehmer zu sorgen. Scheidet der Versicherte aus dem Unternehmen, in dem die Einwirkung stattgefunden hat, aus, veranlaßt die Berufsgenossenschaft die Nachgehenden Untersuchungen.

Für Arbeitnehmer, die arbeitsmedizinisch untersucht worden sind, muß der Unternehmer eine Gesundheitskartei führen und sowohl die Karteikarte als auch die ärztliche Bescheinigung für jeden Arbeitnehmer bis zu dessen Ausscheiden aus dem Unternehmen aufbewahren. Danach sind die Karteikarte und die ärztliche Bescheinigung dem Arbeitnehmer auszuhändigen. Karteikarte und ärztliche Bescheinigung können im Falle einer auftretenden Berufskrankheit ein wichtiges Beweismittel des Arbeitnehmers für die frühere Gefahrstoffexposition sein. Wir empfehlen daher sorgfältige Aufbewahrung!

7 Organisatorische Maßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen

7.1 Ermittlung, Ersatz

Der Arbeitgeber, der mit einem Stoff, einer Zubereitung oder einem Erzeugnis umgeht, muß sich vergewissern, ob es sich um einen Gefahrstoff handelt. Er muß zunächst alle Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse erfassen und anschließend ihre Gefährlichkeit ermitteln. Dies geschieht am besten durch eine Auflistung aller vorhandenen Gefahrstoffe (Bild 5).

Der Arbeitgeber kann davon ausgehen, daß Kennzeichnungen auf Verpackungen oder beigefügten Mitteilungen zutreffend sind, wenn er nicht über andere Erkenntnisse verfügt.

Nach der Erfassung soll der Arbeitgeber prüfen, ob nicht etwa Stoffe oder Zubereitungen mit geringerem gesundheitlichen Risiko, als die von ihm vorgesehenen, erhältlich sind.

So gibt es für eine Vielzahl krebserzeugender Stoffe ein ausreichendes Angebot von Ersatzstoffen, z.B. für

- Asbest,
- Zinkchromat/Strontiumchromat,
- Benzidin,
- 4-Nitrodiphenyl,
- 4-Aminodiphenyl
- 2-Naphtylamin.

7.2 Überwachung

Ist das Auftreten von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, ist durch eine Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 zu ermitteln, ob

- der MAK-Wert
- der TRK-Wert
- der BAT-Wert

bzw.

- die Auslöseschwelle überschritten ist.

Gefahrstoffe Blatt Nr.		
Handelsname		
Bezeichnung		
gefährliche Bestandteile		
Hersteller/ Lieferant		
Liefermenge (kg/Liter)		
Gebinde (Faß, Sack, Container, Tank)		
Verwendungsart		
Verwendungsmenge/ Monat		
Bemerkungen		
Namen der Personen, die mit dem Gefahrstoff umgehen		

Bild 5: Muster einer Liste zur Gefahrstofferfassung

Auch die Gesamtwirkung verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz ist zu beurteilen.

Bei der Vergabe von Meßaufträgen ist zu beachten, daß Messungen nur durchführen darf, wer die geforderte Sachkunde besitzt und über die notwendigen Meß- und Auswerteinrichtungen verfügt. Dazu hat der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung geeignete außerbetriebliche Meßstellen benannt.

Im Betrieb sind die Meßergebnisse mindestens 30 Jahre aufzubewahren. Bei Betriebsstillegung erhält die Holz-Berufsgenossenschaft die Unterlagen.

7.3 Rangfolge der Schutzmaßnahmen

Stufe 1:

Soweit es nach dem Stand der Technik möglich ist, ist das Arbeitsverfahren so zu gestalten, daß

- gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht freiwerden und
- die Arbeitnehmer mit gefährlichen festen oder flüssigen Stoffen oder Zubereitungen nicht in Hautkontakt kommen.

Beispiel: Geschlossene Kabine zum Strahlen von Metallteilen: Außen stehend schlüpft der Beschäftigte in Handschuhe, die Teil der Kabinenverkleidung sind und betätigt damit eine Strahlpistole im Inneren der Kabine.

Stufe 2:

Kann trotzdem nicht unterbunden werden, daß gefährliche Gase Dämpfe oder Schwebstoffe freiwerden, sind diese

- an der Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig zu erfassen und
- ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu beseitigen,

soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

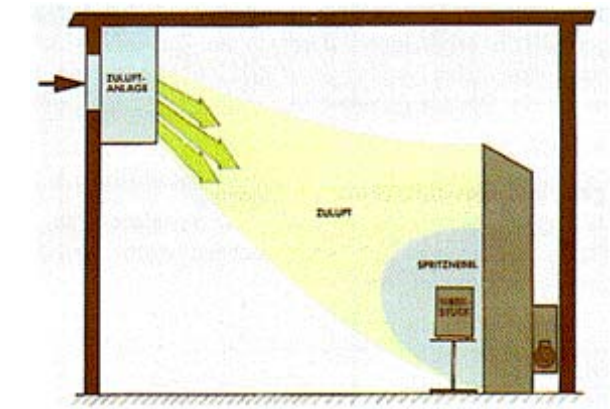
Ist die vollständige Erfassung der Gefahrstoffe nicht möglich, so sind die dem Stand der Technik entsprechenden Lüftungsmaßnahmen zu treffen.

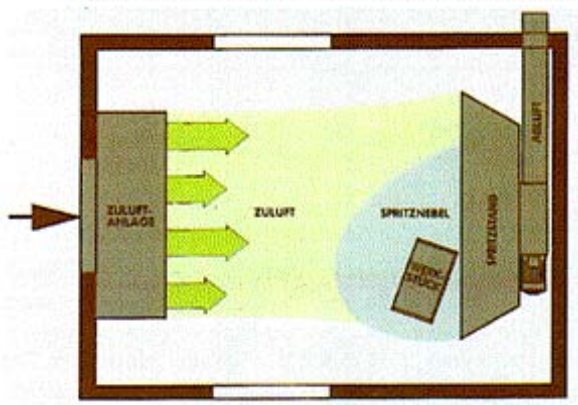
Durch Absaugung und geeignete Lüftungsmaßnahmen ist sicherzustellen, daß die zulässigen Grenzwerte (MAK-, TRK-Werte) am Arbeitsplatz nach Möglichkeit dauerhaft sicher eingehalten werden.

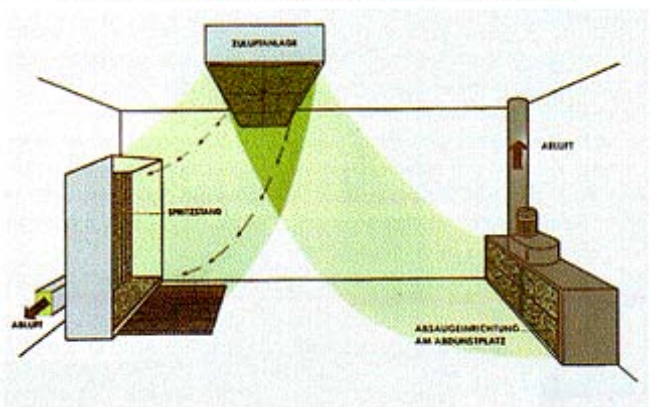
Bei der Gestaltung der Erfassungselemente ist die Eigenart des Gefahrstoffes zu berücksichtigen. So sind etwa Lösemitteldämpfe schwerer als Luft und sinken nach unten, weswegen die Luftführung so zu gestalten ist, daß

- nach unten abgesaugt und
- von oben belüftet wird (Bild 6).

Beispiele für Luftführung







Spritzstand und Abdunstplatz mit getrennten Absaugungen und gemeinsamer Luftzuführung

Bild 6: Luftführung bei Be- und Entlüftungsanlagen

Schweißrauche steigen dagegen nach oben: Deswegen empfiehlt sich eine Absaugung nach oben oder schräg nach hinten.

Durch bauliche Maßnahmen muß darüber hinaus verhindert werden, daß gefährliche Dämpfe durch Schächte und Kanäle von höher gelegenen Arbeitsstellen in darunterliegende Räume gelangen können.

Die einwandfreie Arbeitsweise von Be- und Entlüftungsanlagen, wie auch Absauganlagen, muß überwacht werden, insbesondere dann, wenn mehrere Räume an einen Ventilator angeschlossen sind. Diese Überwachung kann z.B. durch Strömungswächter (Windfahnenrelais, Staurohr u.a.) erfolgen. Zur Prüfung der Luftströmungsverhältnisse am Arbeitsplatz eignen sich sog. Rauchröhrchen, die auch in explosionsgefährdeten Räumen benutzt werden können.

Stufe 3:

Werden mit den oben angeführten Maßnahmen der MAK-Wert oder der BAT-Wert nicht unterschritten, hat der Arbeitgeber

- wirksame und geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen (diese sind in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten) und
- dafür zu sorgen, daß der Arbeitnehmer nur solange beschäftigt wird, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist.
- Dies gilt auch, wenn mit allergischen Reaktionen zu rechnen ist. So dürfen etwa Allergiker, Asthmatiker, Personen, die zu Erkrankungen der Atemwege neigen, sowie durch Isocyanate sensibilisierte Personen zu Arbeiten mit Isocyanaten und isocyanathaltigen Zubereitungen nicht herangezogen werden. Bestehen Zweifel über die Einsatzmöglichkeit, so ist eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung zu veranlassen.
- Die Arbeitnehmer müssen die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen benutzen. Allerdings darf das Tragen von Atemschutz und von Vollschutzanzügen keine ständige Maßnahme sein.

Werden Verfahren angewandt, bei denen bestimmungsgemäß Gefahrstoffe freigesetzt werden und Lüftungsmaßnahmen dem Verwendungszweck entgegenstehen und werden bei diesen Verfahren der MAK-Wert oder der BAT-Wert nicht unterschritten, muß

- persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt werden
- dürfen die Arbeitnehmer ebenfalls nur solange beschäftigt werden, wie das Arbeitsverfahren es erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist.

7.4 Persönliche Schutzausrüstungen

Atemschutz

ist zu benutzen, wenn durch technische Maßnahmen nicht sicherzustellen ist, daß die Atemluft nur ungefährliche Mengen gefährlicher Dämpfe, Gase und Stäube enthält.

Ob Atemschutzgeräte mit Filter oder mit Fremdbelüftung benutzt werden, hängt von der Schadstoffbelastung, der Arbeitsaufgabe und den räumlichen Verhältnissen ab.

Der Filtertyp muß so gewählt werden, daß er die vorhandenen Schadstoffe sicher aus der Atemluft herausfiltert, z.B. Filtertyp A, Filterklasse 2, Kennfarbe "braun" für organische Lösemitteldämpfe.

Treten Aerosole (= schwebende Flüssigkeitsteilchen in Luft) auf, z.B. beim Spritzen und Sprühen, muß zusätzlich ein Partikelfilter der Klasse P2 benutzt werden (bzw. Kombinationsfilter A2-P2 DIN EN 141).

Gelegentlich sind Spritzlackierer anzutreffen, die nur Partikelfiltermasken tragen. Dies ist ungenügend, da durch den Partikelfilter die Lösemitteldämpfe ungehindert hindurchgehen und insoweit keinerlei Schutz gegen Einatmen der Dämpfe gegeben ist.

Augen und Gesichtsschutz

ist zu tragen, wenn mit Augen- oder Gesichtsverletzungen, z.B. beim Spritzen, Sprühen oder Umfüllen zu rechnen ist (etwa bei ätzenden und hautresorbierbaren Stoffen).

Hautschutz

Ist der Kontakt von gefährlichen Stoffen mit der Haut nicht zu vermeiden (Gefahr der Hautresorption), sind

- Schutzkleidung,
- Schutzhandschuhe,
- Hautschutzmittel,
- Hautreinigungsmittel
- Hautpflegemittel,

zu verwenden.

Auf keinen Fall darf die Haut mit Lösemitteln gereinigt werden. Lösemittelhaltige Stoffe entfetten die Haut. Dadurch wird sie trocken und rissig und somit leichter anfällig für Hautkrankheiten und Infektionen. Deshalb sind schon vor Beginn der Arbeiten die gefährdeten Hautbereiche mit einem geeigneten Hautschutzmittel zu behandeln. Neben der Schutzwirkung an sich wird auch die Reinigung von Verschmutzungen erleichtert. Es sollten aber nur solche Präparate verwendet werden, die keine störenden Fingerabdrücke auf den Werkstücken hinterlassen (silikonfreie Präparate).

Technischen Schutzmaßnahmen, wie z.B. Lüftungsmaßnahmen, ist gegenüber persönlichen Schutzmaßnahmen der Vorrang zu geben, weil durch sie die Gesundheitsgefahren am wirkungsvollsten bekämpft werden können. Außerdem kennen persönliche Schutzausrüstungen, wie z.B. Atemschutzmasken, zu einer Arbeitserschwernis und damit zur Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit führen.

Anhang 4 führt in Frage kommende Schutzmaßnahmen beim Umgang mit verschiedenen Gefahrstoffen an.

7.5 Betriebsanweisung

Der Arbeitgeber hat eine Betriebsanweisung zu erstellen, in der hinsichtlich des Umgangs mit Gefahrstoffen folgende Festlegungen getroffen sind (siehe auch TRGS 555)

- auftretende Gefahren,
- erforderliche Schutzmaßnahmen,
- erforderliche Verhaltensregeln,
- Verhalten im Gefahrfall,
- Erste-Hilfe-Maßnahmen,
- sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle.

Als Basis für das Erstellen der Betriebsanweisung dient das Sicherheitsdatenblatt.

Vor der Umsetzung der EG-Richtlinie 91/155 in nationales Recht stellten die Hersteller vielfach nur auf Anforderung Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung. Nach der Änderung der Gefahrstoffverordnung muß der Hersteller nun jedem Gefahrstoff beziehungsweise jeder gefährlichen Zubereitung von sich aus ein Sicherheitsdatenblatt beigeben. Ändert sich der Inhalt nach der letzten Lieferung, ist allen Abnehmern, die das Produkt in den letzten zwölf Monaten bezogen haben, ein Sicherheitsdatenblatt mit dem Vermerk "überarbeitet am ..." und Hinweisen auf die entsprechenden Änderungen zu übermitteln. Außerdem ist der Hersteller oder Inverkehrbringer verpflichtet, auf offene Fragen bezüglich auftretender Gefährdungen beziehungsweise zu ergreifende Schutzmaßnahmen Auskünfte zu erteilen.

Schema für das EG-Sicherheitsdatenblatt

Sicherheitsdatenblatt nach Art. 3 der Richtlinie 91/155 EWG

Datum: überarbeitet am

Handelsname

- Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung
- Zusammensetzung/Angaben zu den Bestandteilen
- mögliche Gefahren
- Erste-Hilfe-Maßnahmen
- Maßnahmen zur Brandbekämpfung
- Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung
- Handhabung und Lagerung
- Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstungen
- physikalische und chemische Eigenschaften
- Stabilität und Reaktivität
- Angaben zur Toxikologie
- Hinweise zur Entsorgung
- Transportvorschriften
- Vorschriften
- sonstige Angaben

Das Muster eines EG-Sicherheitsdatenblattes wird im folgenden abgedruckt.

Sicherheitsdatenblatt

gemäß 91/155/EWG

Druckdatum: 29.08.96 überarbeitet am: 02.04.96

1 Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung

- **Angaben zum Produkt**
- **Handelsname: DD-HÄRTER 74**
- **Artikelnummer:** XXXXXXXXXXX
- **Hersteller/Lieferant:** XXXXXX
  XXXXXX
  XXXXXX Tel.: XXXXXX Fax: XXXXXX
- **Auskunftgebender Bereich:** Abteilung Labor

2 Zusammensetzung/Angaben zu den Bestandteilen

- **Chemische Charakterisierung**
- **Beschreibung:**
  Gemisch aus nachfolgend angeführten Stoffen mit ungefährlichen Beimengungen.
- **Gefährliche Inhaltsstoffe:**

CAS-Nr.	Bezeichnung	%	Kennb.	R-Sätze
108-10-1	Methylisobutylketon	50–100	F	11
123-86-4	n-Butylacetat	10– 25		10
108-65-6	2-Methoxy-1-methylethylacetat	2,5–10	Xi	10–36
26471-62-5	2.4-/2.6-DIISOCYANAT-TOLUOL	< 0,5	T	23–36/37/38–42

- **zusätzl. Hinweise:** siehe Pkt. 8

3 Mögliche Gefahren

- **Gefahrenbezeichnung:**

F Leichtentzündlich

- **Besondere Gefahrenhinweise für Mensch und Umwelt:**
  R 11 Leichtentzündlich
  Enthält Isocyanate. Hinweise des Herstellers beachten.
- **Klassifizierungssystem:**
  Die Klassifizierung entspricht den aktuellen EG-Listen, ist jedoch ergänzt durch Angaben aus der Fachliteratur und durch Firmenangaben.

4 Erste-Hilfe-Maßnahmen

- **nach Einatmen:**
  Reichlich Frischluftzufuhr und sicherheitshalber Arzt aufsuchen

- **nach Hautkontakt:**
  Sofort mit Wasser und Seife abwaschen und gut nachspülen.
- **nach Augenkontakt:**
  Augen bei geöffnetem Lidspalt mehrere Minuten mit fließendem Wasser spülen.
- nach Verschlucken: Ärztlicher Behandlung zuführen.

5 Maßnahmen zur Brandbekämpfung

- **Geeignete Löschmittel:**
  CO_2, Löschpulver oder Wassersprühstrahl. Größeren Brand mit Wassersprühstrahl oder alkoholbeständigem Schaum bekämpfen.
- **Aus Sicherheitsgründen ungeeignete Löschmittel:** Wasser im Vollstrahl.
- Besondere Schutzausrüstung: Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

6 Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung:

- **Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen:**
  Schutzausrüstung tragen. Ungeschützte Personen fernhalten.
- **Umweltschutzmaßnahmen:**
  Eindringen in Kanalisation, Gruben und Keller verhindern. Nicht in die Kanalisation/Oberflächenwasser/Grundwasser gelangen lassen. Bei Eindringen in Gewässer oder Kanalisation zuständige Behörden benachrichtigen.
- **Verfahren zur Reinigung/Aufnahme:**
  Mit flüssigkeitsbindendem Material (Sand, Kieselgur, Säurebinder, Universalbinder, Sägemehl) aufnehmen.
  Für ausreichende Lüftung sorgen.

7 Handhabung und Lagerung

- **Handhabung:**
- **Hinweise zum sicheren Umgang:** Für gute Belüftung/Absaugung am Arbeitsplatz sorgen. Aerosolbildung vermeiden.
- **Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz:**
  Zündquellen fernhalten – nicht rauchen.
  Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen.

- **Lagerung:**
- **Anforderung an Lagerräume und Behälter:** An einem kühlen Ort lagern.
- **Zusammenlagerungshinweise:**
  Die Vorgaben der VbF in Verbindung mit der TRbF sind zu beachten
- **Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen:**
  Behälter dicht geschlossen halten.
- **Lagerklasse:**
- **VbF-Rlasse:** A I

8 Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung

- **Zusätzliche Hinweise zur Gestaltung technischer Anlagen:**
  Keine weiteren Angaben, siehe Punkt 7.

- **Bestandteile mit arbeitsplatzbezogenen, zu überwachenden Grenzwerten:**

CAS-Nr.	Bezeichnung des Stoffes	Art	Wert	Einheit
108-10-1	Methylisobutylketon	MAK	400	mg/m³
			100	ml/m³
123-86-4	n-Butylacetat	MAK	950	mg/m³
			200	ml/m³

- **Zusätzliche Hinweise:**
  Als Grundlage dienten die bei der Erstellung gültigen Listen.

- **Persönliche Schutzausrüstung:**
- **Allgemeine Schutz- und Hygienemaßnahmen:**

Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen.

- **Atemschutz:** Nur beim Spritzen ohne ausreichende Absaugung.
- **Handschutz:** Nicht erforderlich.
- **Augenschutz:** Beim Umfüllen Schutzbrille empfehlenswert.

9 Physikalische und chemische Eigenschaften

- **Form:** flüssig
- **Farbe:** gemäß Produktbezeichnung
- **Geruch:** charakteristisch

	Wert/Bereich	Einheit	Methode
Zustandsänderung			
Schmelzpunkt/Schmelzbereich:	Nicht bestimmt		
Siedepunkt/Siedebereich:	114 °C		
Flammpunkt:	< 21 °C		
Zündtemperatur:	370 °C		

- **Selbstentzündlichkeit:** Das Produkt ist nicht selbstentzündlich.

- **Explosionsgefahr:**
  Das Produkt ist nicht explosionsgefährlich, jedoch ist die Bildung explosionsgefährlicher Dampf-/Luftgemische möglich.

Explosionsgrenzen:		
untere:		1,7 Vol %
obere:		10,4 Vol %
Dampfdruck:	bei 20 °C	13 mbar
Dichte:	bei 20 °C	0,91 g/cm³
Löslichkeit in / Mischbarkeit mit		
Wasser:		nicht bzw. wenig mischbar
Lösemittelgehalt:		
Organische Lösemittel:		76,0%
Wasser:		0,0%
Festkörpergehalt:		24,0%

10 Stabilität und Reaktivität

- **Thermische Zersetzung / zu vermeidende Bedingungen:**
  Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Verwendung.
- **Gefährliche Reaktionen:** Keine gefährlichen Reaktionen bekannt.
- **Gefährliche Zersetzungsprodukte:** keine gefährlichen Zersetzungsprodukte bekannt.

11 Angaben zur Toxikologie

- **Akute Toxizität:**
- **Primäre Reizwirkung:**
- **an der Haut:** Reizt die Haut und die Schleimhäute.
- **am Auge:** Reizwirkung
- **Sensibilisierung:**
  Durch Einatmen und Hautkontakt Sensibilisierung möglich

12 Angaben zur Ökologie

- **Allgemeine Hinweise:**
  Wassergefährdungsklasse 1 (Selbsteinstufung): schwach wassergefährdend.
  Nicht in das Grundwasser, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen lassen, auch nicht in kleinen Mengen.

13 Hinweise zur Entsorgung

- **Produkt:**
- **Empfehlung:**
  Muß unter Beachtung der behördlichen Vorschriften einer Sonderbehandlung zugeführt werden.
- **Abfallschlüsselnummer:**
  55512
  Bez.: Altlacke, Altfarben, nicht ausgehärtet
  Entsorgungshinweise:
  Sonderabfallverbrennung

- **Ungereinigte Verpackungen:**
- **Empfehlung:** Entsorgung gemäß den behördlichen Vorschriften.

14 Angaben zum Transport

- **Landtransport ADR/RID und GGVS/GGVE (grenzüberschreitend/Inland):**
- **ADR/RID-GGVS/E Klasse:** 3 Entzündbare flüssige Stoffe
- **Ziffer/Buchstabe:** 5b
- **Kemler-Zahl:** 33
- **UN-Nummer:** 1263
- **Gefahrzettel:** 3
- **Bezeichnung des Gutes:** Farbzubehörstoffe

- **Seeschiffstransport IMDG/GGVSee:**
- **IMDG/GGVSee-Klasse:** 3.2
- **Seite:** 3268
- **UN-Nummer:** 1263
- **Verpackungsgruppe:** II

- **EMS-Nummer:** 3-05
- **MFAG:** 310, 313
- **Richtiger technischer Name:** Paint related material

- **Lufttransport ICAO-TI und IATA-DGR:**
- **ICAO/IATA-Klasse:** 3
- **UN/ID-Nummer:** 1263
- **Verpackungsgruppe:** II
- **Richtiger technischer Name:** Paint related material

---

15 Vorschriften

- **Kennzeichnung nach EWG-Richtlinien:**
  Das Produkt ist nach EG-Richtlinien/GefStoffV eingestuft und gekennzeichnet.

- **Kennbuchstabe und Gefahrenbezeichnung des Produktes:**
  F Leichtentzündlich

- **R-Sätze:** 11 Leichtentzündlich

- **S-Sätze:**
  2 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
  9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
  23 Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen
  46 Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen

- **Besondere Rennzeichnung bestimmter Zubereitungen:**
  Enthält Isocyanate. Hinweise des Herstellers beachten.

- **Nationale Vorschriften:**

- **Klassifizierung nach VbF:** A I

- **Technische Anleitung Luft:**

Klasse	Anteil in %
III	76,0

- **Wassergefährdungsklasse:**
  WGK 1 (Selbsteinstufung): schwach wassergefährdend.

---

16 Sonstige Angaben:

Die Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse, sie stellen jedoch keine Zusicherung von Produkteigenschaften dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis.

- **datenblattausstellender Bereich:** Abteilung Labor
- **Ansprechpartner:** XXXX

Erläuterungen zum Sicherheitsdatenblatt nach RL 91/155 EWG

Für den Gesundheitsschutz der Beschäftigten ist der sichere Umgang mit Gefahrstoffen unerläßlich. An das Sicherheitsdatenblatt, das es dem berufsmäßigen Anwender von gefährlichen Stoffen und Zubereitungen ermöglicht, die für den Gesundheitsschutz, die Sicherheit am Arbeitsplatz und den Umweltschutz notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, werden neue Anforderungen gestellt. Welche Angaben das Sicherheitsdatenblatt aufweisen muß, ist in der TRGS 220 und im "Leitfaden zur Erstellung eines Sicherheitsdatenblattes" klar geregelt.

Das Sicherheitsdatenblatt hat folgende, in 16 Abschnitte gegliederte Angaben zu enthalten:

1. Angaben zum Stoff bzw. zur Zubereitung und zur Firma

Die verwendete Bezeichnung muß mit derjenigen auf dem Etikett der Verpackung übereinstimmen und der Bezeichnung, wie sie im EINECS (Europäisches Altstoffverzeichnis) oder im ELINCS (Europäische Liste der angemeldeten chemischen Stoffe) verzeichnet ist, entsprechen. Zusätzlich können auch andere Bezeichnungen, wie z.B. der Handelsname, angegeben werden.

Unter der Firmenbezeichnung ist diejenige Firma anzugeben, die für das Inverkehrbringen des Stoffes oder der Zubereitung verantwortlich ist. Das ist entweder der Hersteller, der Importeur oder Händler. Weiterhin ist die Notrufnummer der Firma und/oder eine öffentliche Beratungsstelle wie z.B. Informationszentren für Vergiftungsfälle anzugeben.

2. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

Anhand dieser Angaben soll der Abnehmer ohne Schwierigkeiten die Gefährdungen, die von dem Stoff oder der Zubereitung ausgehen, erkennen können. Bei Zubereitungen muß nicht unbedingt die vollständige Zusammensetzung (Art der Bestandteile und ihre jeweilige Konzentration) angegeben werden. Es sei denn, es handelt sich um gesundheitsgefährdende Stoffe. Für diese müssen oberhalb bestimmter Konzentrationen die Bestandteile genannt werden, z.B. sehr giftige oder giftige Stoffe mit einem Anteil > 0,1 % oder gesundheitsschädliche, ätzende, sensibilisierende oder reizend eingestufte Stoffe mit einer Konzentration > 1 %, für krebserzeugende Stoffe gelten die in § 35 Gefahrstoffverordnung genannten Konzentrationen. Alle übrigen als krebserzeugend eingestuften und mit R45 oder R49 gekennzeichneten Stoffe sind zu nennen sobald ihr Gehalt in der Zubereitung 0,1 % erreicht. Erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe sind zu nennen, wenn ihre Konzentrationen in der Zubereitung die in der Bekanntmachung nach § 4a Gefahrstoffverordnung genannten Grenzen überschreitet. Ebenso sind die Stoffe zu nennen, für die es Grenzwerte nach TRGS 900 gibt.

Für die einzelnen Bestandteile der Zubereitung sind die jeweiligen Gefahrensymbole und die R-Sätze anzugeben Ist die chemische Identität von Stoffen nach § 7 Absatz 6 und 7 der Gefahrstoffverordnung vertraulich zu behandeln, so sind zur Gewährleistung einer sicheren Handhabung ihre chemischen Eigenschaften zu beschreiben. Die vertrauliche Behandlung ist nur auf Stoffe beschränkt, die aufgrund ihrer akut toxischen Wirkung gesundheitsschädlich sind. Wer diese Regelung in Anspruch nimmt, muß gegenüber der Anmeldestelle der Bundesanstalt für Arbeitsschutz bestimmte Auskünfte erteilen und den Nachweis erbringen, daß durch die Angabe der chemischen Identität auf dem Etikett Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse gefährdet werden.

3. Mögliche Gefahren

Die für den Menschen und die Umwelt bedeutendsten Gefahren, die von dem Stoff oder der Zubereitung ausgehen, sind kurz und klar zu beschreiben, ebenso die wichtigsten schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und deren Symptome bei der Verwendung oder einem möglichen Mißbrauch.

4. Erste Hilfe Maßnahmen

Hier sind die erforderlichen Erste Hilfe Maßnahmen anzugeben, insbesondere, ob eine sofortige ärztliche Untersuchung notwendig ist. Die Anweisungen müssen klar und verständlich formuliert sein. Die Symptome und Auswirkungen einer Vergiftung sind kurz zu beschreiben, so daß erkenntlich wird, welche Sofortmaßnahmen bei Unfällen zu ergreifen sind und ob mit einer möglicherweise verzögerten Wirkung nach einer Exposition gerechnet werden muß.

Die Informationen sind nach den Aufnahmewegen, wie Einatmen, Haut- und Augenkontakt sowie Verschlucken zu gliedern.

Es ist anzugeben, ob eine ärztliche Betreuung erforderlich oder angeraten ist.

In besonderen Fällen kann es notwendig sein, auf besondere Mittel hinzuweisen, die am Arbeitsplatz verfügbar sein müssen, um eine gezielte und sofortige Behandlung von verunglückten bzw. vergifteten Personen zu gewährleisten.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Unter diesem Abschnitt sind die zur Brandbekämpfung geeigneten Löschmittel – aber auch ungeeignete Löschmittel – anzugeben. Außerdem ist auf besondere Gefahren durch die Verbrennungsprodukte hinzuweisen (z.B. bei chlorhaltigen Stoffen auf Salzsäure, bei stickstoffhaltigen Stoffen auf nitrose Gase und Blausäure). Anzugeben ist auch die für die Brandbekämpfung erforderliche Schutzausrüstung.

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Je nach Stoff oder Zubereitung können folgende Informationen erforderlich sein:

- personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, z.B. Entfernen von Zündquellen, Sicherstellen einer ausreichenden Belüftung bzw. eines ausreichenden Atemschutzes, Vermeidung von Staubentwicklung, Verhindern von Haut- und Augenkontakt.
- Umweltschutzmaßnahmen, z.B. Verhütung des Eindringens in die Kanalisation, in Oberflächen- und Grundwasser sowie in den Boden, eventuell Alarmierung der Nachbarschaft.
- Verfahren zur Reinigung, z.B. Einsatz absorbierender Stoffe (Sand, Kieselgur, saure Bindemittel, Universalbindemittel, Sägemehl etc.). Niederschlagen von Gas und Rauch mit Wasser, Verdünnung. Außerdem ist auf Mittel, die keinesfalls verwendet werden dürfen, und auf geeignete Neutralisierungsmittel hinzuweisen. Unter Umständen ist auch ein Querverweis auf die Abschnitte 3 und 13 erforderlich.

7. Handhabung und Lagerung

7.1 Handhabung

Anzugeben sind Schutzmaßnahmen für den sicheren Umgang einschließlich Empfehlungen für technische Maßnahmen, wie z.B. örtliche Absaugung und Lüftungsmaßnahmen, Maßnahmen zur Verhinderung von Aerosol- und Staubbildung, Brandschutzmaßnahmen sowie weitere spezifische Anforderungen oder Handhabungsregeln im Zusammenhang mit dem Stoff oder der Zubereitung, wie z.B. geeignete und nicht zulässige Arbeitsverfahren oder Geräte. Die Art der Maßnahme sollte kurz beschrieben werden.

7.2 Lagerung

Es sind die Bedingungen für eine sichere Lagerung anzugeben, wie z.B. spezielle Anforderungen an Lagerräume oder Behälter einschließlich Rückhaltewände und Belüftung, unverträgliche Materialien, Zusammenlagerverbote, Lagerbedingungen (Temperatur- und Feuchtigkeitsgrenze/-bereich, Licht, Inertgas usw.), besondere Anforderungen an elektrische Anlagen und Geräte, sowie Maßnahmen gegen statische Aufladung. Anzugeben sind Mengenbegrenzungen in Abhängigkeit von den Lagerbedingungen. Anzugeben sind insbesondere Spezialinformationen, wie die Art des Materials, das für die Verpackung/die Behältnisse des Stoffes oder der Zubereitung verwendet wird. Sinnvoll ist die Angabe einer Lagerklasse, z.B. nach dem VCI-Lagerklassenkonzept.

8. Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstungen

Maßnahmen zur Begrenzung und Überwachung der Exposition umfassen alle Vorkehrungen, die während der Verwendung des Stoffes oder der Zubereitung zu ergreifen sind, um die Exposition der Beschäftigten so gering wie möglich zu halten. Technische Maßnahmen haben stets Vorrang vor dem Einsatz persönlicher Schutzausrüstungen. Aus diesem Grund sind Angaben über die Gestaltung der technischen Anlagen zu machen, z.B. geschlossene Anlagen. Diese Angaben sollen die in Abschnitt 7.1 empfohlenen Maßnahmen ergänzen.

Anzugeben sind spezifische zu überwachende Parameter, z.B. Grenzwerte in der Luft (MAK, TRK) oder in biologischem Material (BAT), sowie Meßverfahren und die entsprechende Methode. Ist eine persönliche Schutzausrüstung erforderlich, so ist die Art der Ausrüstung anzugeben, die einen angemessenen Schutz gewährleistet:

Atemschutz:

Bei gefährlichen Gasen, Dämpfen oder Staub ist auf die geeignete Schutzausrüstung, beispielsweise umluftunabhängige Atemschutzgeräte, geeignete Masken und Filter hinzuweisen.

Handschutz:

Anzugeben ist die Art der bei der Handhabung des Stoffs oder der Zubereitung erforderlichen Schutzhandschuhe. Sofern erforderlich, sind zusätzliche Hand- und Hautschutzmaßnahmen anzugeben.

Augenschutz:

Anzugeben ist die Art des erforderlichen Augenschutzes, wie z.B. Sicherheitsglas, Schutzbrillen, Gesichtsschild.

Körperschutz:

Anzugeben sind für den Schutz anderer Hautpartien als der Hände die erforderliche Art und Qualität der Schutzausrüstung, wie z.B. Vollschutzanzug, Schürze, Stiefel. Erforderlichenfalls sind besondere Hygienemaßnahmen anzugeben.

Soweit möglich ist auf die einschlägigen CEN-Normen zu verweisen.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

Dieser Teil umfaßt folgende Angaben zum Stoff oder zur Zubereitung:

- Aussehen: Aggregatzustand und Farbe des Stoffes oder der Zubereitung bei der Anlieferung
- Geruch
- pH-Wert
- Siedepunkt/Siedebereich
- Schmelzpunkt/Schmelzbereich
- Flammpunkt
- Entzündlichkeit (fest, gasförmig)
- Zündtemperatur
- Selbstentzündlichkeit
- Explosionsgefahr
- Brandfördernde Eigenschaften
- obere und untere Explosionsgrenze

- Dampfdruck
- relative Dichte
- Löslichkeit in Wasser und in Fett, bzw. in anderen Lösungsmitteln
- Verteilungskoeffizient n-Oktanol/Wasser ($logP_{OW}$)
- Viskosität
- Sonstige Angaben

Sofern für den sicheren Umgang erforderlich, sind weitere Parameter wie Dampfdichte, Mischbarkeit, Verdampfungsgeschwindigkeit, Leitfähigkeit usw. anzugeben.

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften sind entweder nach den Bestimmungen in Teil A des Anhangs V der Richtlinie 67/548/EWG und Chemikalienprüfnachweis-Verordnung vom 1.8.1994 oder nach einer anderen vergleichbaren Methode z.B. OECD-Richtlinien für die Prüfung von Chemikalien Nr. 101-117 zu bestimmen.

10. Stabilität und Reaktivität

Anzugeben sind die Stabilität des Stoffes oder der Zubereitung sowie eventuell gefährliche Reaktionen unter bestimmten Bedingungen.

Zu vermeidende Bedingungen:

Anzugeben sind Bedingungen wie Temperatur, Druck, Licht, Erschütterung usw., die zu einer gefährlichen Reaktion führen können. Die Reaktion ist nach Möglichkeit kurz zu beschreiben.

Zu vermeidende Stoffe:

Anzugeben sind Stoffe wie Wasser, Luft, Säuren, Basen, Oxidationsmittel oder jeder andere Stoff, der zu einer gefährlichen Reaktion führen kann. Wenn möglich, sind die Reaktionen kurz zu beschreiben.

Gefährliche Zersetzungsprodukte:

Anzugeben sind gefährliche Stoffe, die bei der Zersetzung eines Stoffes in kritischen Mengen entstehen können.

- Von besonderer Bedeutung ist der Hinweis auf das Vorhandensein von Stabilisatoren, z.B. zur Vermeidung einer Polymerisation.
- Die Möglichkeit einer gefährlichen exothermen Reaktion.
- Die Auswirkung einer Änderung des Aggregatzustandes auf die Sicherheit.
- Gefährliche Zersetzungsprodukte bei Kontakt mit Wasser.
- Mögliche Zersetzung zu instabilen Produkten.

11. Angaben zur Toxikologie

In diesem Abschnitt sind die verschiedenen toxikologischen Auswirkungen auf die Gesundheit vollständig und verständlich zu beschreiben.

Die Angaben stützen sich dabei auf Erfahrungen aus der Praxis und/oder die Ergebnisse wissenschaftlicher Versuche. Die Wirkungen sind entsprechend den physikalischen, chemischen und toxikologischen Eigenschaften getrennt nach den Aufnahmewegen (Einatmen, Verschlucken, Haut- und Augenkontakt) zu beschreiben.

Es sind die sofort oder verzögert auftretenden Wirkungen (LD_{50}/LC_{50}) sowie die chronischen Wirkungen nach kurzer oder länger anhaltender Exposition (subakut, subchronisch, chronisch) zu berücksichtigen, z.B. Sensibilisierung (Auslösung einer Allergie), Kanzerogenität (krebserzeugende Wirkung), Mutagenität (erbgutverändernde

Wirkung), fortpflanzungsgefährdende, fruchtschädigende, nervenschädigende und narkotische Wirkungen.

Die toxikologischen Prüfungen sind entsprechend den Methoden nach Anhang V der Richtlinie 67/548/EWG und der Chemikalienprüfnachweis-Verordnung vom 1.8.1994 bzw. nach den OECD-Richtlinien Nr. 401-485 durchzuführen.

Unter Berücksichtigung der Angaben in Abschnitt 2 "Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen" kann es erforderlich sein, auf besondere Wirkungen bestimmter Bestandteile einer Zubereitung hinzuweisen.

12. Angaben zur Ökologie

In diesem Abschnitt ist eine Bewertung der Auswirkungen, des Verhaltens und des Verbleibs des Stoffes oder der Bestandteile der Zubereitung in der Umwelt, in Abhängigkeit von der Beschaffenheit und den wahrscheinlichen Verwendungsarten anzugeben. Die gleichen Angaben sind erforderlich, wenn sich durch den Abbau des Stoffes oder der Zubereitung gefährliche Produkte ergeben. Beispiele für umweltrelevante Angaben sind:

- Mobilität, biologische Abbaubarkeit, Akkumulation, z.B. Anreicherung über die Nahrungskette, Kurz- und Langzeitfolgen für Wasser- und Bodenorganismen, Pflanzen und Tiere sowie sonstige negative Auswirkungen auf z.B. die Ozonschicht, die Erwärmung der Erdatmosphäre, auf Abwasserreinigungsanlagen.

13. Hinweise zur Entsorgung

Stellt die Entsorgung eines Stoffes oder einer Zubereitung (Restmengen oder Abfälle aus der planmäßigen Verwendung) eine Gefährdung dar, müssen die Rückstände genannt und Hinweise für ihre sichere Handhabung gegeben werden. Es sind die geeigneten Entsorgungsverfahren für den Stoff, die Zubereitung und verunreinigtes Verpackungsmaterial zu nennen, z.B. Verbrennung, Wiederverwertung, Deponie usw.. Es ist zweckmäßig, den Verwender auf europäische, nationale oder regionale Bestimmungen zur Abfallentsorgung hinzuweisen.

14. Angaben zum Transport

Anzugeben sind die besonderen Vorsichtsmaßnahmen, die der Verwender bezüglich des Transports oder der Transportbehälter innerhalb oder außerhalb seines Betriebsgeländes zu kennen oder zu beachten hat. Informationen gemäß der UN-Empfehlung und sonstiger internationaler Übereinkommen über die Beförderung und die Verpackung gefährlicher Güter können als ergänzende Hinweise geliefert werden. Die Informationen sollten nach den Bestimmungen für Landtransporte, Binnenschiffstransporte, Seeschiffstransporte und/oder Lufttransporte gegliedert werden.

15. Vorschriften

Die auf dem Etikett gemäß den Richtlinien für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe und Zubereitungen angegebenen Informationen sind anzugeben (Leitfaden für die Einstufung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe, Anhang I Nr. 1 der Gefahrstoffverordnung). Gelten für Stoffe und Zubereitungen, die in dem Sicherheitsdatenblatt aufgeführt sind, gemeinschaftsweite besondere Bestimmungen zum Gesundheits- und Umweltschutz (z.B. Verwendungs- und Inverkehrbringungsbeschränkungen, Grenzwerte für die Exposition am Arbeitsplatz), dann sollten diese soweit wie möglich angegeben werden. Die Abnehmer sollten auf die nationalen Gesetze, die diese Bestimmungen umsetzen, aufmerksam gemacht werden, z.B. Hinweise zur Beschäftigungsbeschränkung, Störfallverordnung, Klassifizierung nach der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Wassergefährdungsklasse, Chemikalienverbotsverordnung.

16. Sonstige Angaben

In diesem Abschnitt können alle weiteren Informationen gegeben werden, die für die Sicherheit, den Gesundheitsschutz und den Umweltschutz von Bedeutung sein könnten, z.B.

- Schulungshinweise
- empfohlene Verwendung und Beschränkungen
- weitere Informationen, (wie z.B. schriftliche Quellen und/oder Kontaktstellen für technische Informationen)
- Quellen der wichtigsten Daten, die zur Erstellung des Datenblattes verwendet wurden.

Falls nicht anderweitig vermerkt, ist das Ausstellungsdatum des Datenblattes hier anzugeben. Eine Gliederung der Angaben wird empfohlen

- nach weiteren Informationen
- Datenblattausstellender Bereich
- Ansprechpartner

Die Arbeitnehmer müssen anhand der Betriebsanweisung über die Gefahren sowie Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Arbeitnehmerinnen, die gebären können, sind zusätzlich über die für werdende Mütter möglichen Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen zu unterrichten.

Die Unterweisungen müssen vor Aufnahme der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Bild 7 zeigt ein Muster einer Betriebsanweisung.

Betriebsanweisung Nr.: Gem. § 20 GEFSTOFFV	**Betrieb:**

Bereich/Tätigkeit:

Bankraum

Gefahrstoffbezeichnung

_____

(Handelsname eintragen)

Lösungsmittelhaltiger Klebstoff auf Polychloropren-Basis, toluolfrei

Gefahren für Mensch und Umwelt

- Leichtentzündlich. Dampf-Luftgemisch ist explosionsfähig.
- Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken oder bei Berührung mit der Haut
- Entwickelt im Brandfall ätzende Gase (Chlorwasserstoff)

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Nur bei eingeschalteter Absaugung arbeiten.
- Faß und Nachfüllbehälter dicht geschlossen halten.
- Von Zündquellen fernhalten.
- Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen.
- Im Arbeitsbereich nicht essen, trinken und rauchen.
- Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände gründlich waschen, anschließend mit Handcreme einreiben.

Verhalten im Gefahrfall

Notruf: _____

- Gefahrbereich im Brandfall sofort verlassen.
- Entstehungsbrände mit Pulver oder Kohlendioxid löschen.

Erste Hilfe

Notruf: _____

- Benetzte Kleidung sofort ablegen.
- Bei Hautkontakt mit Seife waschen.
- Bei Einatmen höherer Konzentrationen sofort an die frische Luft gehen, Arzt verständigen.
- Bei Augenkontakt mit viel Wasser gründlich Spülen, Augenarzt aufsuchen.

Sachgerechte Entsorgung

Nach Verschütten mit Putzlappen aufnehmen und in feuersicheren, geschlossenen Behältern verwahren.

Reste nicht in Abflüsse schütten.

Darf nicht in das Erdreich, Grund- oder Abwasser gelangen.

Datum, Unterschrift: _____

Bild 7: Muster einer Betriebsanweisung

7.6 Unterrichtung und Anhörung der Arbeitnehmer

Der Arbeitgeber hat die betroffenen Arbeitnehmer oder, wenn ein Betriebs- oder Personalrat vorhanden ist, diesen

- bei der Ermittlung von weniger gefährlichen Ersatzstoffen und bei der Beurteilung der Gefahren vor dem Umgang und der sich daraus ergebenden Maßnahmen zu unterrichten und anzuhören,
- zur Auswahl der geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen und den Bedingungen, unter denen sie zu benutzen sind, anzuhören,
- über das Ergebnis der Messungen zur Überwachung von MAK- bzw. TRK-Werten oder über das nicht personenbezogene Ergebnis der Messungen zur Überwachung der BAT-Werte zu unterrichten. Er hat auch Einsicht in die Aufzeichnungen dieser Ergebnisse zu gewähren und Auskünfte über deren Bedeutung zu geben.

Eine Überschreitung der MAK-Werte, der TRK-Werte oder der Auslöseschwelle, muß den betroffenen Arbeitnehmern und dem Betriebs- oder Personalrat unverzüglich unter Angabe der Gründe mitgeteilt werden. Arbeitnehmer und Betriebs- oder Personalrat sind zu den zu treffenden Mabnahmen zu hören. In dringenden Fällen hat der Arbeitgeber sie darüber unverzüglich zu unterrichten.

Über Messungen zur Überwachung der MAK-Werte oder der TRK-Werte sind Meßprotokolle zu erstellen. Abschriften dieser Protokolle müssen dem Betriebs- oder Personalrat zugänglich sein.

7.7 Hygienische Maßnahmen

Arbeitnehmer, die beim Umgang mit

- sehr giftigen,
- giftigen,
- krebserzeugenden,
- fruchtschädigenden oder
- erdgutverändernden Stoffen

beschäftigt werden, dürfen in Arbeitsräumen oder an ihren Arbeitsplätzen im Freien nicht essen, trinken, rauchen oder schnupfen.

Für diese Arbeitnehmer sind entsprechende Bereiche einzurichten. Außerdem sind Waschräume mit Duschen sowie Räume mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen.

Nahrungsmittel dürfen nicht in den Verarbeitungsräumen aufbewahrt werden. Insbesondere das Trinken von Alkohol ist zu unterlassen. Eingeatmete Lösemitteldämpfe verstärken die Wirkung von Alkohol, setzen also die Alkoholverträglichkeit herab.

Das Rauchverbot gilt auch, wenn die Stoffe nichtentzündliche Bestandteile enthalten, da sich z.B. aus chlorierten Kohlenwasserstoffen giftige Zersetzungsprodukte durch die Zigarettenglut bilden können.

Milch ist ein hochwertiges Nahrungsmittel. Es ist aber ein Irrtum, anzunehmen, daß Milch ein spezifisches Schutz- oder Vorbeugungsmittel gegen Gesundheitsschäden durch Lösemittel sei und daß durch regelmäßigen Milchgenuß solche Schäden verhütet werden.

Durch die Löslichkeit einiger Schadstoffe in den Fetten der Milch kann sogar eine beschleunigte und erhöhte Aufnahme in den Körper erfolgen.

Arbeits- und Schutzkleidung ist vom Arbeitgeber zu reinigen und wenn nötig zu vernichten. Vernichtete Arbeits- und Schutzkleidung muß der Arbeitgeber ersetzen.

Ablagerungen von Klebstoffen oder Lacken sind in angemessenen Zeitabständen zu entfernen. Bei den Reinigungsarbeiten ist sicherzustellen, daß abgelöste Ablagerungen durch die verwendeten Werkzeuge sowie durch Wärmequellen und sonstige Zündquellen nicht entzündet werden. Abgelöste Ablagerungen und unbrauchbar gewordenes Putzmaterial sind in verschließbaren, nicht brennbaren Behältern zu sammeln und täglich aus den feuer- und explosionsgefährdeten Bereichen zu entfernen (nichtfunkenziehende Werkzeuge verwenden).

7.8 Aufbewahrung, Lagerung

Gefahrstoffe sind so aufzubewahren, daß weder die menschliche Gesundheit noch die Umwelt gefährdet werden.

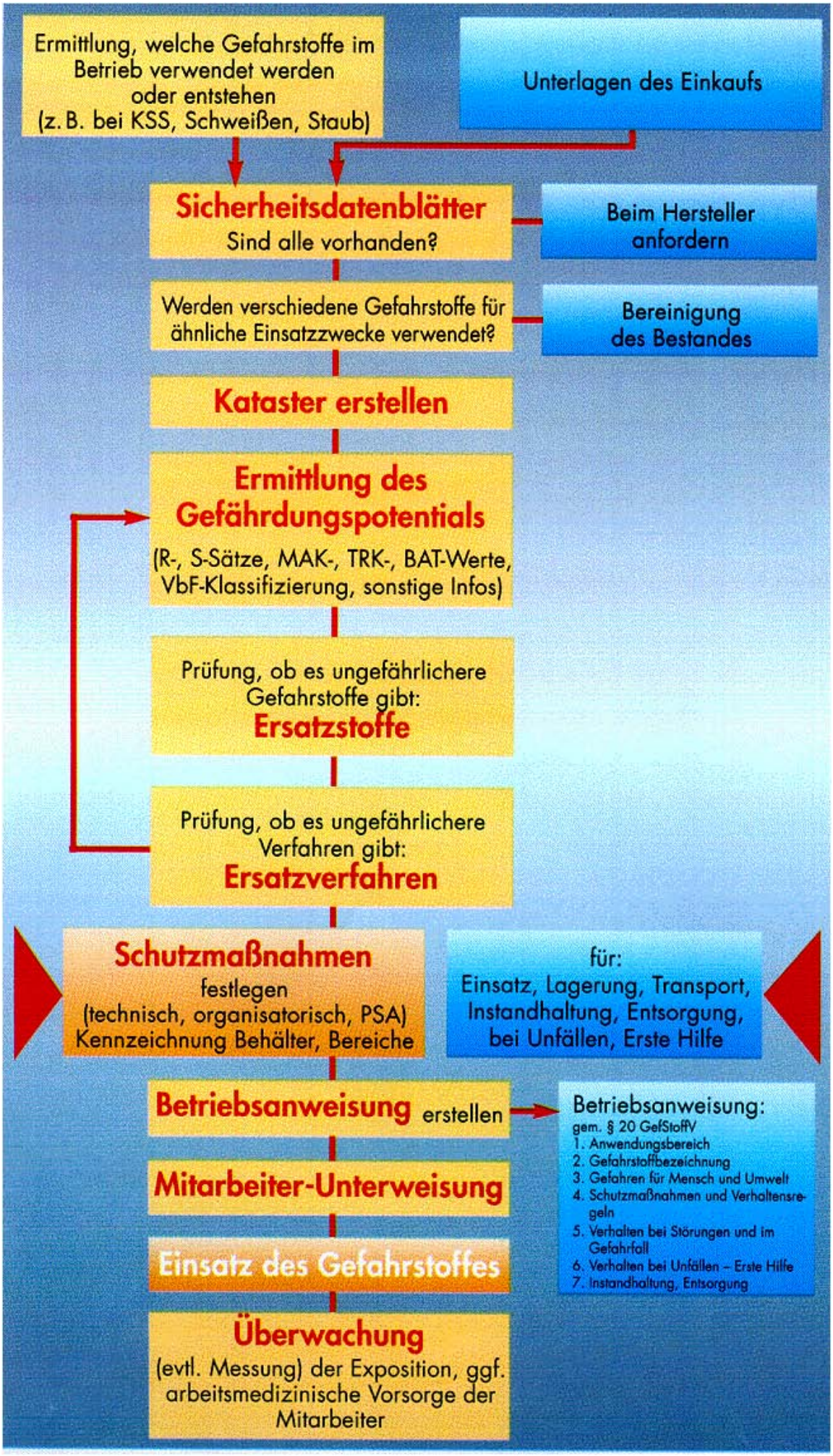
Gefahrstoffe dürfen nicht in Behältnissen aufbewahrt oder gelagert werden, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann.

Sehr giftige und giftige Stoffe und Zubereitungen sind unter Verschluß oder so aufzubewahren oder zu lagern, daß nur sachkundige Personen oder deren Beauftragte Zugang haben.

7.9 Vorgehensweise im Überblick

Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) ist seit dem 28. August 1986, also seit mehr als zehn Jahren, in Kraft. Trotzdem stellen die Berufsgenossenschaften bei Betriebsbesichtigungen fest, besonders bei Klein- und Mittelbetrieben, daß grundlegende Forderungen der GefStoffV häufig nicht ausreichend erfüllt werden. Ausgangspunkt aller betrieblichen Aktivitäten, um die Gefahrstoffproblematik in den Griff zu bekommen, ist die Ermittlungspflicht des Arbeitgebers nach § 16 der GefStoffV. Alle Maßnahmen hängen vom Ergebnis dieser Ermittlungen ab. Folgende Punkte sind zu beachten:

- Der Arbeitgeber muß zunächst ermitteln, ob es sich bei jedem eingesetzten Arbeitsstoff um einen Gefahrstoff handelt oder nicht.
- Handelt es sich um einen Gefahrstoff, muß er prüfen, ob es stattdessen geeignete, ungefährlichere Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren gibt.
- Alle ermittelten Stoffe sind in einem Arbeitsstoff- bzw. Gefahrstoffverzeichnis (Kataster) zu erfassen.
- Die Gefahren beim Umgang mit den Stoffen sind zu ermitteln und zu beurteilen.
- Expositionsverhältnisse müssen bestimmt werden.
- Mit diesen Erkenntnissen müssen technische und organisatorische Schutzmaßnahmen eingeleitet und auch vorgenommen werden.
- Ein Kontrollmeßplan ist aufzustellen und durchzuführen.
- Das Ergebnis der Ermittlungen ist in einer Betriebsanweisung zusammenzufassen.
- Anhand der Betriebsanweisung müssen, vor dem Umgang mit dem Gefahrstoff, die Mitarbeiter unterwiesen werden.


Ermittlung, welche Gefahrstoffe im Betrieb verwendet werden oder entstehen (z. B. bei KSS, Schweißen, Staub)
Unterlagen des Einkaufs
Sicherheitsdatenblätter
Sind alle vorhanden?
Beim Hersteller anfordern
Werden verschiedene Gefahrstoffe für ähnliche Einsatzzwecke verwendet?
Bereinigung des Bestandes
Kataster erstellen
Ermittlung des Gefährdungspotentials
(R-, S-Sätze, MAK-, TRK-, BAT-Werte, VbF-Klassifizierung, sonstige Infos)
Prüfung, ob es ungefährlichere Gefahrstoffe gibt:
Ersatzstoffe
Prüfung, ob es ungefährlichere Verfahren gibt:
Ersatzverfahren
Schutzmaßnahmen
festlegen
(technisch, organisatorisch, PSA)
Kennzeichnung Behälter, Bereiche
für:
Einsatz, Lagerung, Transport, Instandhaltung, Entsorgung, bei Unfällen, Erste Hilfe
Betriebsanweisung erstellen
Betriebsanweisung:
gem. § 20 GefStoffV
1. Anwendungsbereich
2. Gefahrstoffbezeichnung
3. Gefahren für Mensch und Umwelt
4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall
6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe
7. Instandhaltung, Entsorgung
Mitarbeiter-Unterweisung
Einsatz des Gefahrstoffes
Überwachung
(evtl. Messung) der Exposition, ggf. arbeitsmedizinische Vorsorge der Mitarbeiter

Gefahrstoffe in der Kunststoffverarbeitung

Thema:

Gefahrstoffe in der Kunststoffverarbeitung

Lehrziel:

Der Teilnehmer soll die bei der Kunststoffverarbeitung verwendeten oder durch Störung oder Fehlbedienung auftretenden Gefahrstoffe und die erforderlichen Schutzmaßnahmen kennenlernen

Die Einleitung zu Ziffer 3, Polyurethanschäume und zu Ziffer 4, Epoxidharze wurde mit freundlicher Genehmigung der Maschinenbau- und Metall-BG aus der Sonderausgabe "Gefahrstoffe im Betrieb" des Mitteilungsblattes "sicher arbeiten", August 1992, übernommen.

1 Thermische Zersetzung von Kunststoffen

Während ausgehärtete Kunststoffe nach heutigem Erkenntnisstand weitgehend unbedenklich sind, treten gesundheitsschädliche Stoffe insbesondere nach thermischer Zersetzung, also bei starker Erhitzung über die vom Hersteller angegebene Verarbeitungstemperatur auf.

Beim Kunststoffspritzgießen, Extrudieren, Blasformen kann dies durch zu hohe Temperaturen bzw. zu lange Verweilzeiten in der Plastifizierungseinheit geschehen, ferner beim Abbrennen von Kunststoffrückständen mit dem Schweißbrenner.

Bei den übrigen Kunststoffverarbeitungsverfahren ist mit Zersetzungsprodukten im Brandfall oder bei Schweißarbeiten an beschichteten Teilen zu rechnen.

In der folgenden Tabelle 1 sind gefährliche thermische Zersetzungsprodukte von Kunststoffen angegeben. Als Schutzmaßnahme kommt nur in Frage:

- In der Plastifizierungseinheit von Kunststoffspritzgießmaschinen und Extrudern die vom Hersteller angegebene Verarbeitungstemperatur möglichst nicht überschreiten.
- Keine Schweißarbeiten an kunststoffbeschichteten Teilen durchführen.
- Brände vermeiden.

Tabelle 1: Pyrolyseprodukte von Kunststoffen

Kunststoff	**gefährliche Zersetzungsprodukte**	**Gefahrenmerkmale der Zersetzungsprodukte**
Polyvinylchlorid (PVC)	Salzsäure	ätzend (C)
	Benzol	krebserzeugend (K1), sehr giftig (T+)
	Organozinnverbindungen (Stabilisator)	giftig (T)
	Chlorgas	Ruß, Phosgen, Chlorkohlen-wasserstoffe, Kohlenmonoxid, Dioxine
	Chlorwasserstoff	und Furane bei Bränden
Polyethylen	Propen	leicht entzündlich (F)
Polypropylen	Propen	leicht entzündlich (F)
Polybutadien	1,3-Butadien	krebserzeugend (K2), hochentzündlich (F+)
	Benzol	krebserzeugend (K1), giftig (T)
	Toluol	gesundheitsschädlich (X_n)
Epoxidharze und	Ammoniak	giftig (T)
Melaminharze	Amine	xxx
	Formaldehyd	giftig (T), reizend (X_i), sensibilisierend
	Kohlenmonoxid	giftig (T)
Polystyrol	Styrol	reizend (X_i)
	Toluol	gesundheitsschädlich (X_n)
Acrylnitril-Butadien-Styrol-(ABS-)		Styrol / reizend (X_i)
Polymere	1,3-Butadien	krebserzeugend (K2), hochentzündlich (F+)
	Acrylnitril	krebserzeugend (K2), giftig (T), leicht entzündlich (F), hautresorptiv (H)
	Benzol	krebserzeugend (K1), sehr giftig (T)
	Toluol	gesundheitsschädlich (X_n)

(Fortsetzung)

Kunststoff	**gefährliche Zersetzungsprodukte**	**Gefahrenmerkmale der Zersetzungsprodukte**
Polyacrylnitril	Acrylnitril	krebserzeugend (K2), giftig (T)
	Ammoniak	giftig (T)
	Blausäure	sehr giftig (T+)
	Kohlenmonoxid	giftig (T)
Polymethacrylsäure-ester	Methacrylsäureethylester	reizend (X_i), sensibilisierend, leicht entzündlich (F)
Polycarbonate	Phenol	giftig (T)
	Toluol	
	Benzol	krebserzeugend (K1), sehr giftig (T+)
Polyamide	E-Caprolactan	reizend (X_i)
	Cyclopentanon	reizend (X_i), entzündlich
Polyurethan	1,2-Dichlorethan	Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (K3), gesundheitsschädlich (X_n)
	Benzol	krebserzeugend (K1), sehr giftig (T+)
	Isocyanate	gesundheitsschädlich (X_n), reizend (X_i), sensibilisierend
	Amine	xxx
	Blausäure	sehr giftig (T+)
	Ammonik	giftig (T)
	Alkohole	leicht entzündlich (F)

K1:	Stoffe, die beim Menschen erfahrungsgemäß bösartige Geschwülste zu verursachen vermögen.
K2:	Im Tierversuch als krebserzeugend erwiesen unter Bedingungen, die der möglichen Exponierung des Menschen am Arbeitsplatz vergleichbar sid, bzw. aus denen Vergleichbarkeit abgeleitet werden kann.
xxx	Eindeutige Gefahrenmerkmale derzeit nicht verfügbar

2 Bleiverbindungen als Stabilisatoren

Profile für Kunststoffenster werden fast ausschließlich aus PVC als polymerem Werkstoff im Extrusionsverfahren hergestellt. Dieses Polymer muß gegen die bei der erforderlichen Verarbeitungstemperatur (bis zu max. 200 °C) auftretenden negativen Einflüsse (z.B. Zersetzung) stabilisiert werden. Ebenso ist eine Stabilisierung gegen Witterungseinflüsse (UV-Strahlung, Feuchtigkeit usw.) erforderlich.

Als Stabilisatoren gegen alle diese, das Polymer schädigende Einflüsse, werden anorganische und organische Bleiverbindungen verwendet. Bild 1 zeigt die Kennzeichnung eines Gebindes von PVC-Pulver für die Herstellung von Profilen für Kunststoffenster, welches Bleiverbindungen enthält.

Bild 2 zeigt die dazugehörige Betriebsanweisung gem. § 20 GefStoffV.

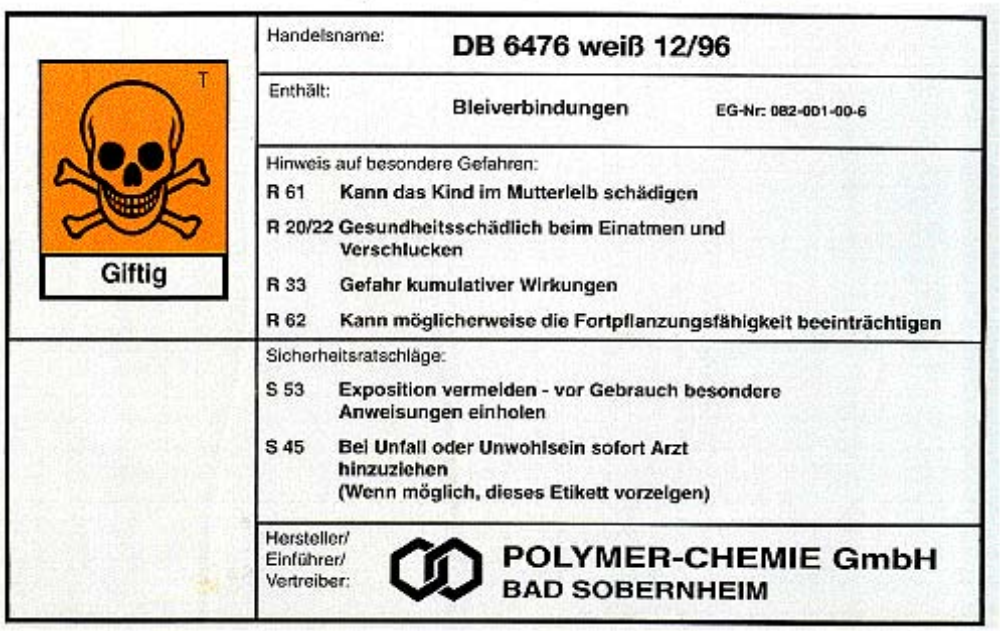


Bild 1: Kennzeichnung eines Gebindes von PVC-Pulver, das Bleiverbindungen enthält.

Betriebsanweisung Nr.: gem. § 20 GEFSTOFFV	Betrieb	GeSi

Bereich/Tätigkeit:

Dryblend DB 6476 12/96 weiss

Hart PVC-Compound; enthält Bleiverbindungen

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Temperaturen über 200 °C können zur Zersetzung unter Chlorwasserstoffabspaltung (Salzsäure) führen. Im Brandfall entstehen als gefahrbestimmende Rauchgase: Chlorwasserstoff, Kohlendioxid und Kohlenoxid, Bleioxide.
Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen. Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken. Gefahr kumulativer Wirkungen. Blei kann sich im Körper anreichern und zu Gesundheitsschäden führen; insbesondere von Blut, Nerven und Nieren. Symptome von chromischer Bleiaufnahme sind Müdigkeit, Kopfschmerzen, Verstopfung und Kolik. Aufnahme in den Körper durch Inhalation, orale Zufuhr und Hautkontakt des Staubes.
Schwach wassergefährdend; darf nicht in Grundwasser, Kanalisation oder Erdreich gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Für geeignete Absaugung/Entlüftung an den Verarbeitungsmaschinen sorgen. Beim Umfüllen größerer Mengen ohne Absauganlage Atemschutz verwenden.
Atemschutz: Filter P2 (beim Auftreten atembarer Stäube):
Augenschutz: Schutzbrille:
Handschutz: Schutzhandschuhe:
Hautschutz: Hautschutzcreme:
Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, rauchen; keine Lebensmittel aufbewahren. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Kontakt mit Haut und Augen vermeiden. Dämpfe und Nebel nicht einatmen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Nach unbeabsichtigter Freisetzung mit geeignetem Gerät (Staubsauger) aufnehmen und wie unter Entsorgung beschrieben beseitigen. Staubbildung vermeiden. Für angemessene Lüftung sorgen.
Löschmittel: Alle Löschmittel sind geeignet (z. B. Wasser, Schaum, Kohlendioxid, Trockenlöschmittel).
Im Brandfall umluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.
Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Nach **Haut**kontakt: Mit Wasser und Seife abwaschen, reichlich nachspülen.
Nach **Augen**kontakt: Bei gespreizten Lidern ausgiebig unter fließendem Wasser gründlich ausspülen.
Nach **Verschlucken**: Mund ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken.
Nach **Einatmen**: Bei Beschwerden nach Einatmen von Dampf/Aerosolen und Zersetzungsprodukten: Für Frischluft und Ruhe sorgen, Arzt hinzuziehen.
Nach **Kleidungs**kontakt: Verunreinigte Kleidung entfernen.
Weiterer Hinweis: Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.
Hinweise für den Arzt: Belastung durch Blei kann durch Ermittlung des Gehaltes im Blut und/oder Harn erkannt werden.
Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Datum:, Unterschrift: _____

Bild 2: Betriebsanweisung für PVC-Pulver, das Bleiverbindungen enthält.

3 Polyurethanschäume

Bausteine der Polyurethane sind Isocyanate, hydroxylgruppenhaltige Polyester, Polyether oder Polyole sowie Diole (Butandiol, Glykole). Sie entstehen in einer chemischen Reaktion nach folgendem Schema:

Polyesterharz, Polyether (mit Hydroxylgruppen), Polyole, Diole
+
Diisocyanate, Polyisocyanate
+
Katalysator (Amine, organische Zinnverbindungen)
+
Treibmittel (Wasser, Halogenkohlenwasserstoffe)

⇓

Polyurethanschaum

Anwendungsgebiete

Rohstoffe zur Lackherstellung, Klebstoffe für Karosserieaufbauten, Ausschäumen von Verpackungen, Ausschäumen von doppelwandigen Rohren, Waschbecken, Herstellung von Schaumstoffelementen für Polstermöbel etc.

Gesundheitsgefahren

Bei der Herstellung von Polyurethanschäumen können durch folgende Komponenten Gefährdungen hervorgerufen werden:

- **Diisocyanate, Polyisoyanate**

Diese Stoffe besitzen eine starke Reizwirkung auf Haut und Schleimhäute; gelegentlich kommt es zur Kontaktdermatitis.

Dämpfe können Tränenfluß und Brennen der Augen verursachen; Spritzer in die Augen rufen Hornhautschädigungen hervor.

Die Einatmung von Isocyanatbämpfen führt rasch zu starken Reizungen und nachfolgenden Schädigungen der Atemwege.

Durch ständige Inhalation geringer Konzentrationen unterhalb des MAK-Wertes können chronische Erkrankungen der Atemwege wie Bronchitis auftreten; außerdem werden durch die sensibilisierenden Eigenschaften Allergien hervorgerufen.

- **Katalysatoren** (Amine, organische Zinnverbindungen)

Amine besitzen einen intensiven, unangenehmen Geruch; ein Auftreten gesundheitsschädigender Konzentrationen wird deshalb meistens bemerkt. Bei Betriebsstörungen können jedoch durch Einatmen höherer Konzentrationen Reizungen und Entzündungen der Atemwege auftreten. Starke Reizungen und Verätzungen der Augen, Hände und Schleimhäute sind bei direktem Kontakt zu erwarten.

Die hier eingesetzten, längerkettigen organischen Zinnverbindungen besitzen nur geringe Toxizität. Überschreitungen des MAK-Wertes in der Atemluft sind wegen geringer Flüchtigkeit nicht zu erwarten.

- **Polyester, Polyether (mit Hydroxylgruppen), Polyole**

Bei den hier eingesetzten Komponenten handelt es sich in der Regel um längerkettige Verbindungen, die aufgrund ihres niedrigen Dampfdruckes unter Normalbedingungen keine gesundheitlich bedenklichen Raumluftkonzentrationen entwickeln. Einige Vertreter aus dieser Gruppe können jedoch Haut und Schleimhäute reizen.

- **Halogenkohlenwasserstoffe (HKW)**

Die hier zumeist verwendeten HKW sind die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW). Erst bei Konzentrationen weit oberhalb des MAK-Wertes treten narkotische Wirkungen und Erstickungserscheinungen auf. Der Einsatz von FCKW wird aber durch bestehende gesetzliche Verwendungsverbote drastisch eingeschränkt.

Schutzmaßnahmen

Folgende Maßnahmen sind beim Umgang mit Komponenten zur Polyurethanherstellung zu beachten:

Lagerung

- Die Rohstoffe sind verwechslungssicher und geschützt gegen Witterung auf beständigen und undurchlässigen Untergründen zu lagern.
- Kühle und trockene Lagerung muß gewährleistet sein, da z.B. bei Feuchtigkeitszutritt Druckaufbau in den Gefäßen durch Kohlendioxidbildung erfolgt. Der Einbau von Überdruckventilen an Lagertanks bietet zusätzliche Sicherheit.
- Die Lagerräume sind gut zu be- und entlüften. Das Betreten dieser Räume ist nur den dort Beschäftigten, evtl. mit Schutzausrüstung zu gestatten.
- Da die Dämpfe der Rohstoffe brennbar sind, müssen die üblichen Brandschutzmaßnahmen getroffen werden.

Verarbeitung

- Das richtige Mischungsverhältnis der Komponenten muß gewährleistet sein, da andernfalls durch Nachreaktion Temperaturerhöhungen bis hin zur Selbstentzündung auftreten können. Die hierbei entstehenden gefährlichen Zersetzungsprodukte aus Polyurethanen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.
- Technische Be- und Entlüftungen, ggf. mit Einzelabsaugung an der Emissionsquelle, sind erforderlich.
- Der Haut-, Schleimkaut- und Augenkontakt ist wegen der stark reizenden Wirkungen durch Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (Handschuhe, Schürzen, Gesichtsschutz) zu vermeiden.
- Beim Umgang mit Isocyanaten am Arbeitsplatz sollten Vernichterlösungen (Abschnitt 5.4.7 des Merkblattes "Polyurethan-Herstellung, Isocyanate", ZH 1/34) bereitgehalten werden.
- Auf die Erstellung von Betriebsanweisungen und die mindestens jährlich durchzurführenden arbeitsplatzbezogenen Unterweisungen nach § 20 GefStoffV wird hingewiesen.

In den folgenden Bildern wird die Gefahrstoffkennzeichnung der Gebinde und die dazugehörende Betriebsanweisung gem. § 20 GefStoffV gezeigt.

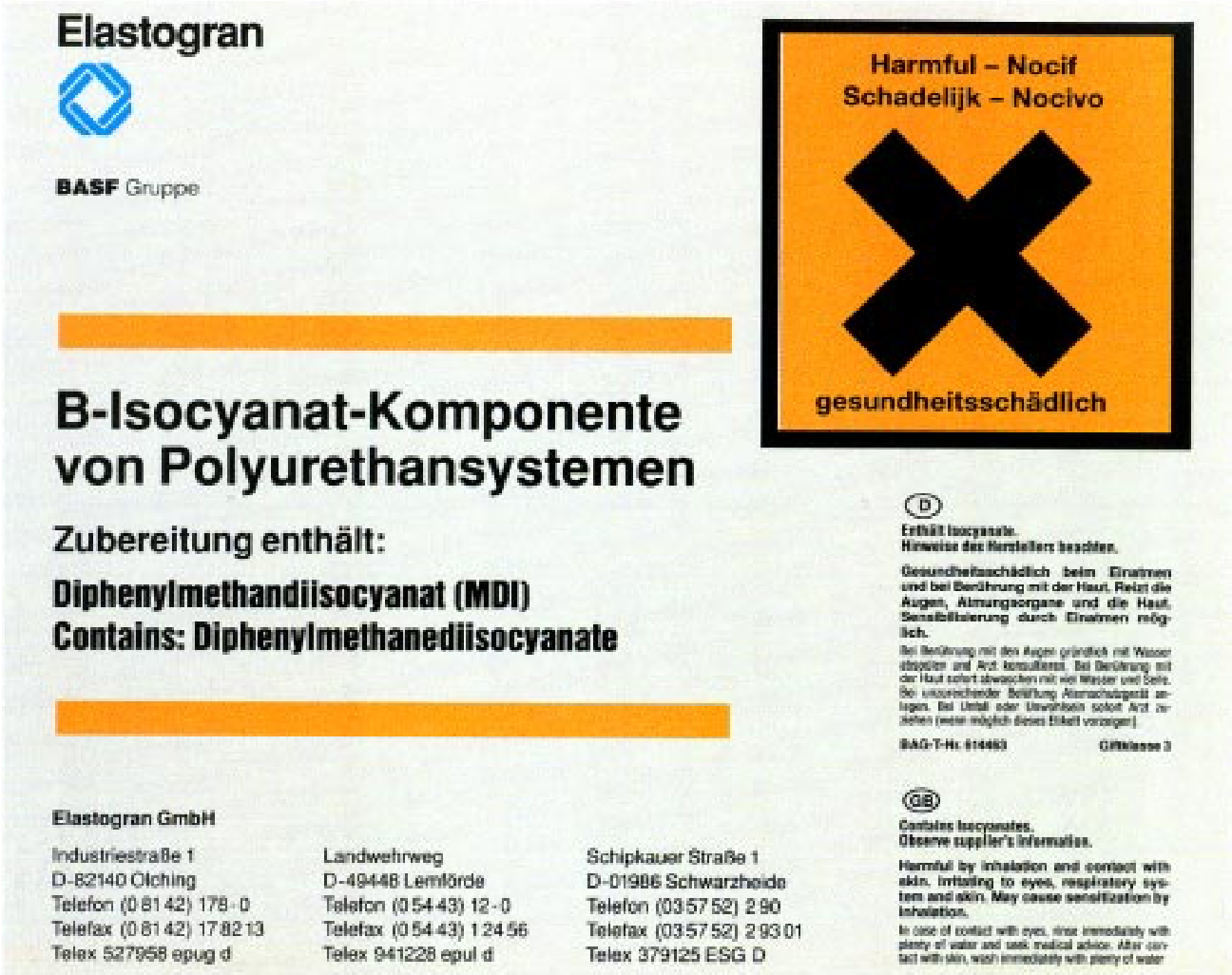


Bild 3: **Kennzeichnung der B-Komponente Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat**

Betriebsanweisung Nr.: | **Betrieb**
gem. § 20 GEFSTOFFV **GISBAU 10/96**

Baustelle/Tätigkeit: **Druckdatum: 08.08.97**

Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Einatmen oder Verschlucken kann zu Gesundheitsschäden führen. Bei Geruchswahrnehmung Arbeitsplatz verlassen! Reizt die Atemwege, Augen, Haut, Verdauungswege. Kann zu Allergien führen. Gesundheitsschäden möglich (Bronchitis, Lungenödem). Augenschäden möglich. Kann Schwindel und Kopfschmerzen hervorrufen. Beschwerden können auch erst später auftreten. Sensibilisierte Personen können schon auf sehr geringe Konzentrationen an Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat reagieren und dürfen deshalb keinen weiteren Kontakt mit diesem Stoff haben.
Wassergefährdend – Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Arbeiten nur bei Frischluftzufuhr (Fenster und Türen öffnen)! Bei Stäuben oder Dämpfen nur mit Absaugung arbeiten! Vorratsmenge auf einen Schichtbedarf beschränken! Gefäße nicht offen stehen lassen! Verspritzen vermeiden! Die unter „Verhalten im Schadensfall" angegebene Vernichterlösung in ausreichender Menge bereithalten! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Produktreste von den Händen entfernen! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Hautpflegemittel verwenden! Verunreinigte Kleidung wechseln! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren!

Augenschutz: Korbbrille!
Handschutz:
Atemschutz: Kombinationsfilter B____-P2 (grau/weiß)
Hautschutz: Für alle unbedeckten Körperteile fettfreie oder fettarme Hautschutzsalbe verwenden:
Körperschutz: Bei Spritzverfahren: Vollschutzanzug und Kunststoffstiefel!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Ausgelaufenes oder verschüttetes Produkt muß mit absorbierendem, unbrennbarem Material (z.B. Sand, Erde, Kieselgur) eingedämmt und abgedeckt werden! Abgedecktes Material mit Vernichterlösung (9 Teile Wasser, 1 Teil Soda (Natriumcarbonat), 0,1 Teil Spülmittel) übergießen und diese mindestens 10 min einwirken lassen! Anschließend Absorptionsmittel in einen offenen Behälter geben und abdecken, nicht verschließen; nach 2 Tagen Ablagerung auf geordneter Deponie! Schadenstelle mit viel Wasser oder Vernichterlösung nachwaschen! Geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, Schaum, bei größeren Bränden auch Wasser im Sprühstrahl! Bei Brand in der Umgebung verschlossene Behälter und Gebinde mit Sprühwasser kühlen, eindringendes Wasser führt zu Gasbildung: Berstgefahr! Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe! Brandbekämpfung nur mit persönlicher Schutzausrüstung!

Zuständiger Arzt:
Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.
Nach Augenkontakt: 10 Minuten mit Wasser oder Augenspüllösung spülen.
Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen.
Nach dem Essen: Frischluft! Atemwege freihalten: Zahnprothesen, Erbrochenes entfernen. Bei Bewußtlosigkeit stabile Seitenlage. Atmung und Puls kontrollieren. Bei Atem- oder Herzstillstand: sofort künstliche Beatmung und Herzdruckmassage.
Nach Verschlucken: Kein Erbrechen herbeiführen. Bei Bewußtsein in kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen. Gabe von medizinischem Kohlepulver.
Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Nicht in Ausguß oder Mülltonne schütten! In Leergebinden die an den Wänden haftenden Produktreste mit Vernichterlösung unschädlich machen (s. „Verhalten im Schadensfall").
Zur Entsorgung sammeln in:

Unterschrift des Unternehmers

Bild 4: Betriebsanweisung für Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat

Zweigeteilte Formen zum Polyurethanschäumen müssen mit einem Trennmittel versehen werden, damit das fertige Werkstück nicht an den Formhälften anhaftet.

Bild 5: **Kennzeichnung eines dichlormethanhaltigen (methylenchlorid-) Trennmittels**

Betriebsanweisung Nr.: gem. § 20 GEFSTOFFV Entwurf	Betrieb	GeSi

Bereich/Tätigkeit:

Trennmittel 467–MC

Lösung filmbildender Substanzen in Methylenchlorid

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefährliche Reaktionen mit Alkali- und Erdalkalimetallen.
Reizt Haut und Augen. Irreversibler Schaden möglich, gesundheitsschädlich beim Einatmen oder Verschlucken. Das Lösemittel Methylenchlorid ist als krebsverdächtig eingestuft.
Wassergefährdend; darf nicht in Grundwasser, Kanalisation oder Erdreich gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Vor Hitze und Kälte schützen. Für ausreichende Be- und Entlüftung bei der Verarbeitung sorgen; entstehende Dämpfe und Nebel wirksam absaugen.

Atemschutz: Bei unzureichender Belüftung Gasfilter AX (braun):
Augenschutz: Vollschutzbrille:
Handschutz: Schutzhandschuhe aus Viton:
Hautschutz: Fettfreie oder fettarme Hautschutzsalbe:

Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, rauchen; keine Lebensmittel aufbewahren. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Kontakt mit Haut und Augen vermeiden. Dämpfe und Nebel nicht einatmen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Nach Verschütten/Auslaufen mit saugfähigem, unbrennbarem Material aufnehmen und wie unter Entsorgung beschrieben beseitigen.
Löschmittel: Schaum, Kohlendioxid, Trockenlöschmittel
Geschlossene Behälter in Nähe des Brandes mit Wasser kühlen. Ggf. Atemschutzgerät erforderlich.

Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Nach **Haut**kontakt: Mit Wasser und Seife abwaschen, reichlich nachspülen.
Nach **Augen**kontakt: Reichlich mit Wasser spülen, bis Reizung nachläßt. Ggf. Arzt hinzuziehen.
Nach **Verschlucken:** Sofort Arzt hinzuziehen.
Nach **Einatmen:** Sofort für Frischluft sorgen, bei Beschwerden Arzt hinzuziehen.
Nach **Kleidungs**kontakt: Beschmutzte Kleidung entfernen.
Weiterer Hinweis: Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.
Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

In beständigen, verschließbaren und gekennzeichneten Gefäßen sammeln:

Datum, Unterschrift: _____

Bild 6: Betriebsanweisung für dichlormetanhaltiges (methylenchlorid-) Trennmittels

Methylenchloridhaltige Trennmittel in der PUR-Verarbeitung sind heute nicht mehr der übliche Stand. Sie stellen eher eine Ausnahme dar.

Technischer Stand sind sogenannte Konzentrate (High Solids) auf der Basis von Isoparaffinen bzw. Trennmittel auf wäßriger Basis.

Bild 7: Kennzeichnung eines Trennmittels aus einer Lösung von Wirkstoffen in isoparaffinischem Kohlenwasserstoffgemisch

Betriebsanweisung Nr.: gem. § 20 GEFSTOFFV Entwurf	Betrieb	GeSi

Bereich/Tätigkeit:

Konzentrat A III

Lösung von Wirkstoffen in isoparaffinischem Kohlenwasserstoffgemisch

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Flüssigkeit kann bei erhöhter Temperatur verdunsten und zündfähige Gemische beim Flammpunkt (56 °C) oder oberhalb des Flammpunktes bilden. Gefahr elektronstatischer Aufladung. Produktkann sich statisch aufladen, was zu einer zündfähigen elektrischen Entladung führen kann. Von starken Oxidationsmitteln fernhalten.
Höhere Dampfkonzentrationen verursachen Reizung der Augen und Atemwege, Kopfschmerzen, Schwindel und Störungen des Zentralnervensystems können ebenfalls verursacht werden. Häufiger oder länger andauernder Hautkontakt kann die Haut entfetten und austrocknen, was zu Hautbeschwerden und Hautentzündungen führen kann. Verursacht Augenbeschwerden, jedoch keine Schädigung des Augengewebes möglich. Geringste Mengen, die bei Verschlucken oder nachfolgendem Erbrechen in die Lunge gelangen, können zu einem Lungenödem oder zu einer Lungenentzündung führen.
Schwach wassergefährdend; nicht ins Grundwasser, Kanalisation oder Erdreich.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Vor Hitze und direkter Sonneneinstrahlung schützen. Für ausreichende Be- und Entlüftung bei der Verarbeitung sorgen; entstehende Dämpfe und Nebel wirksam absaugen. Von Zündquellen fernhalten. Vorsorge gegen elektrostatische Aufladung treffen.

Atemschutz: Bei unzureichender Belüftung Atemschutz Gasfilter A2:
Augenschutz: Schutzbrille mit Seitenschutz:
Handschutz: Schutzhandschuhe aus Nitril:
Hautschutz: Fettfreie oder fettarme Hautschutzcreme:
Körperschutz: Langärmelige Schutzkleidung:

Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, rauchen; keine Lebensmittel aufbewahren. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Kontakt mit Haut und Augen vermeiden. Dämpfe und Nebel nicht einatmen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Nach Verschütten/Auslaufen mit saugfähigem unbrennbarem Material (z. B. Erde, Sand) aufnehmen bzw. mittels explosionsgeschützter Pumpe oder geeignetem Absorptionsmittels aufsaugen. Falls Produkt zu zähflüssig, mit Schaufeln oder Eimern aufnehmen und wie unter Entsorgung beschrieben beseitigen.
Löschmittel: Wassersprühstrahl, Schaum, Pulver
Geschlossene Behälter in Nähe des Brandes mit Wasser kühlen. Ggf. Atemschutzgerät erforderlich.

Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Nach **Haut**kontakt:	Mit Wasser und Seife abwaschen, reichlich nachspülen.
Nach **Augen**kontakt:	Ca. 10–15 Min. mit Wasser spülen, Arzt hinzuziehen.
Nach **Verschlucken:**	Kein Erbrechen herbeiführen, ruhig lagern und sofort Arzt rufen.
Nach **Einatmen:**	Frischluft, ggf. künstlich beatmen und Arzt rufen.
Nach **Kleidungs**kontakt:	Beschmutzte Kleidung entfernen.

Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

In beständigen, verschließbaren und gekennzeichneten Gefäßen sammeln:

Datum, Unterschrift: _____

Bild 8: Betriebsanweisung für isoparaffinischem Konzentrat

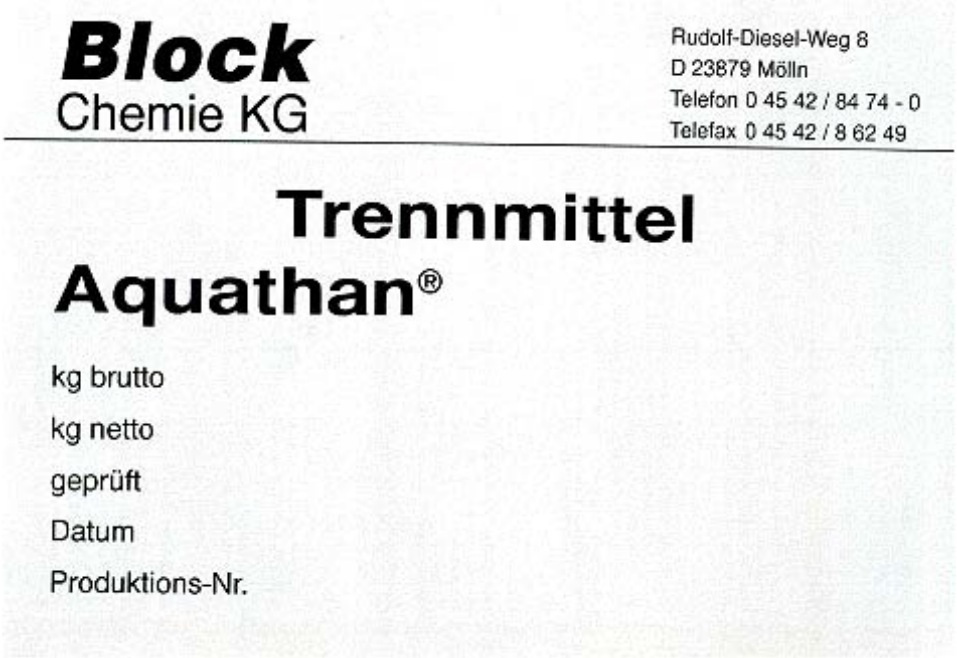


Bild 9: Kennzeichnung eines Trennmittels auf wäßriger Basis

Betriebsanweisung Nr.: gem. § 20 GEFSTOFFV Entwurf	Betrieb	GeSi

Bereich/Tätigkeit:

Trennmittel Aquathan 70–345

Wäßrige Emulsion von Wachsen

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Schwach wassergefährdend; darf nicht in Grundwasser, Kanalisation oder Erdreich gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Vor Kälte, Hitze und direkter Sonneneinstrahlung schützen. Bei Raumtemperatur lagern.
Hautschutz: Hautschutzcreme vom Emulsionstyp „Wasser in Öl" benutzen:

Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, rauchen; keine Lebensmittel aufbewahren. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Kontakt mit Haut und Augen vermeiden.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Nach Verschütten/Auslaufen mit saugfähigem unbrennbarem Material aufnehmen und wie unter Entsorgung beschrieben beseitigen.

Löschmittel: Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen (z.B. Wasser, Schaum, Kohlendixid, Trockenlöschmittel).
Im Brandfall ggf. Atemschutzgerät erforderlich.

Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Nach **Haut**kontakt:	Mit Wasser und Seife abwaschen, reichlich nachspülen.
Nach **Augen**kontakt:	Ca. 10–15 Min. mit Wasser spülen, ggf. Arzt hinzuziehen.
Nach **Kleidungs**kontakt:	Beschmutzte Kleidung entfernen.

Weiterer Hinweis: Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.
Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

In beständigen, verschließbaren und gekennzeichneten Gefäßen sammeln:

Datum, Unterschrift: _____

Bild 10: **Betriebsanweisung für ein Trennmittel auf wäßriger Basis**

Für PU-Systeme gibt es spezielle Formenreiniger, mit denen anhaftende PU-Schaumreste entfernt werden können.

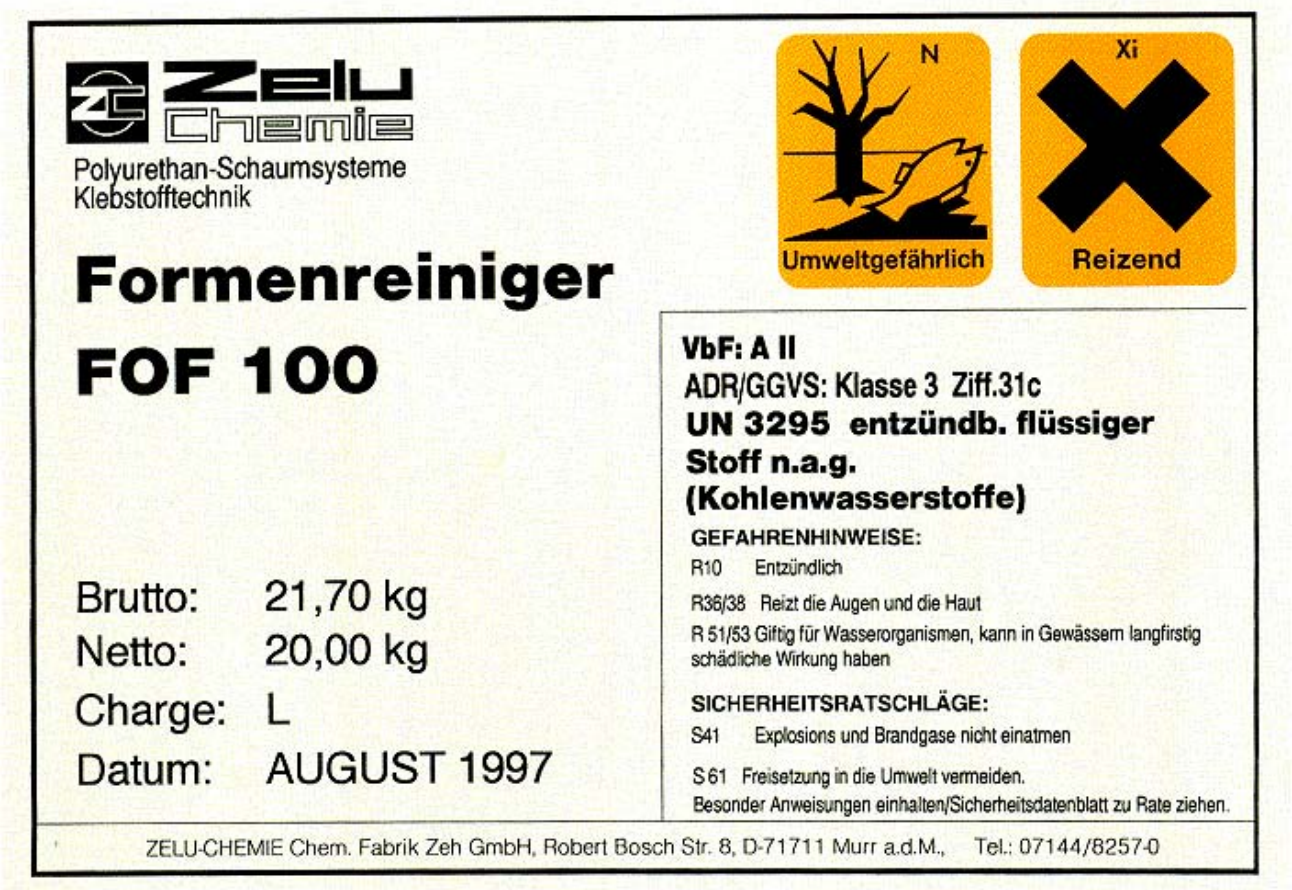


Bild 11: **Kennzeichnung eines Formenreinigers, bestehend aus einer Zubereitung von Lösemitteln**

Betriebsanweisung Nr.: gem. § 20 GEFSTOFFV Entwurf	Betrieb	GeSi

Bereich/Tätigkeit:

Formenreiniger FOF 100

Zubereitung aus Lösemitteln

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Entzündlich. Dämpfe und Nebel können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Die Zubereitung darf nicht mit halogenierten Kohlenwasserstoffen verdünnt werden (explosionsartige Reaktion bei erhöhter Temperatur).
Reizt die Augen und die Haut. Bei Überexposition wurden Leberschädigungen und Beschwerden des Verdauungstraktes (z.B. Appetitlosigkeit, Erbrechen und Leibschmerzen) beschrieben. Bei gleichzeitiger Alkoholeinwirkung fanden sich Unverträglichkeitsreaktionen mit Gesichtsrötung. Bei intensiverem, wiederholtem Hautkontakt wurden Hautveränderungen (Waschfrauenhände) beobachtet. Längerer oder wiederholter Hautkontakt kann Dermatitis (Hautentzündung) hervorrufen.
Wassergefährdend; nicht ins Grundwasser, Kanalisation oder Erdreich.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Vor Hitze und direkter Sonneneinstrahlung schützen. Für ausreichende Be- und Entlüftung bei der Verarbeitung sorgen; entstehende Dämpfe und Nebel wirksam absaugen. Von Zündquellen fernhalten. Vorsorge gegen elektrostatische Aufladung treffen.

Atemschutz: Bei unzureichender Belüftung: Atemschutz Gasfilter A2 (braun), in geschlossenen Räumen Überdruck-Preßluftatmer:
Augenschutz: Vollschutzbrille:
Handschutz: Schutzhandschuhe aus PVC (mind. 0,8 mm dick) oder Butylkautschuk:
Hautschutz: Fetthaltige Hautschutzcreme:

Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, rauchen; keine Lebensmittel aufbewahren. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Kontakt mit Haut und Augen vermeiden. Augenwaschstation am Arbeitsplatz einrichten. Dämpfe und Nebel nicht einatmen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Nach Verschütten/Auslaufen bei kleineren Mengen sofort aufwischen, säubern oder aufsaugen. Aus Räumen entfernen, Räume durchlüften. Bei größeren Mengen Umfeld räumen, Flüssigkeit aufnehmen, aufsaugen und wie unter Entsorgung beschrieben beseitigen.

Löschmittel: Wassernebel, Schaum, Kohlendioxid, Sand, Erde
Geschlossene Behälter in Nähe des Brandes mit Wasser kühlen. Bei Brandbekämpfung selbstregelndes Überdruck-Preßluftatemgerät benutzen.

Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Nach **Haut**kontakt:	Mechanisch entfernen, mit Wasser und Seife abwaschen, gereinigte Hautpartien sorgfältig eincremen.
Nach **Augen**kontakt:	Sofort ca. 10–15 Minuten reichlich mit Wasser spülen, Arzt hinzuziehen.
Nach **Verschlucken:**	Kein Erbrechen herbeiführen, ruhig lagern und sofort Arzt rufen.
Nach **Einatmen:**	Frischluft, ggf. künstlich beatmen und Arzt rufen.
Nach **Kleidungs**kontakt:	Beschmutzte Kleidung entfernen.
Ersthelfer:	

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

In beständigen, verschließbaren und gekennzeichneten Gefäßen sammeln:

Datum, Unterschrift: _____

Bild 12: **Betriebsanweisung für einen Formenreiniger, bestehend aus einer Zubereitung von Lösemitteln**

4 Epoxidharze, Polyesterharze

4.1 Epoxidharze

Epoxidharze werden aus den beiden Grundbausteinen Epichlorhydrin und Bisphenol aufgebaut.

In der Regel werden bereits ungehärtete Epoxidharze in den Betrieben eingesetzt, deren Eigenschaften je nach Mischungsverhältnis und Füllstoffen variieren können. Das ungehärtete Epoxidharz wird mit Härter versetzt und härtet dann zum Kunststoff nach folgendem Schema aus:

Epoxidharz (ungehärtet)
+
Härter (Amine, Dicarbonsäure, Phtalsäureanhydrid)

⇓

Epoxidharz (ausgehärtet)

Anwendungsgebiete

Rohstoff zur Lackherstellung, Klebstoff für Metall, Holz, Beton, Gieß- und Laminierharz (z.B. im Boots- und Karosseriebau).

Gesundheitsgefahren

Der Grundbaustein Epichlorhydrin ist nach der GefStoffV als krebserzeugender Arbeitsstoff in Gruppe III - gefährdend - eingestuft.

Mit dem Überschreiten der Auslöseschwelle von Epichlorhydrin ist beim Einsatz von ungehärtetem Epoxidharz und der Verarbeitung nicht zu rechnen, da der Restmonomergehalt vom Hersteller so gering wie möglich gehalten wird. Arbeitsplatzmessungen haben dies bestätigt.

Bei der Verarbeitung von Epoxidharzen muß damit gerechnet werden, daß

- durch Dämpfe Erkrankungen der Atmungsorgane und der Haut entstehen;
- von ungehärteten Harzen, Härten und sonstigen Zusatzstoffen Reizungen im Bronchialsystem, insbesondere Sensibilisierungen, verursacht werden können;
- durch thermische Zersetzung z.B. beim Schweißen oder Schneiden von geklebten oder lackierten Teilen die Atmungsorgane beeinträchtigt werden. Die hierbei entstehenden gefährlichen Zersetzungsprodukte sind in Ziff. 1, Tabelle 1 aufgeführt.

Als häufigste Erkrankung werden Hautschäden an Kontaktstellen wie Händen, Unterarmen und Gesicht verzeichnet, die in erster Linie auf die Aminhärter zurückgeführt werden, aber auch vom ungehärteten Epoxidharz ausgehen können.

Schutzmaßnahmen

Um Gesundheitsschädigungen der Versicherten beim Umgang mit Epoxidharzen zu vermeiden, sind bei der Verarbeitung folgende Maßnahmen zu treffen:

- Es ist für eine gute Raum- und Arbeitsplatzbe- und -entlüftung, möglichst Einzelabsaugung, zu sorgen.

- Die Behälter der Harze etc. sind nach der Entnahme wieder zu verschließen. Da es sich um brennbare bzw. leicht entzündliche Zubereitungen handelt, sind übliche Brandschutzmaßnahmen zu treffen.
- Persönliche Schutzausrüstungen wie Armschutz, Augenschutz (Brille, Visier), Handschutz sind zu benutzen.
- Geeignete Hautschutzmittel müssen verwendet werden.
- Die vorgeschriebenen Mischungsverhältnisse sind unbedingt einzuhalten, damit keine reaktionsfähigen Reste entstehen.

4.2 Polyesterharze

Die Holz-BG hat hierzu das Merkblatt "Faserverstärkte Polyesterharze", ZH 1/729 herausgegeben.

Polyesterharze entstehen in einer chemischen Reaktion aus geeigneten organischen Säuren oder deren Abkömmlingen und Alkoholen (Diolen); sie werden als technische Produkte ungehärtet in den Handel gebracht.

Bei der Verarbeitung dieser Polyesterharze werden die ungesättigten Polyesterharze mit Styrol vernetzt, wobei diese Reaktionen durch einen Härter gestartet und z.B. Kobaltsalze beschleunigt wird (siehe schematische Darstellung). Füllstoffe wie Kreide, Talkum, Quarz oder Glasfasern etc. werden je nach Verwendung eingesetzt. Darüber hinaus können Weichmacher, Alterungsschutzmittel, UV-Licht-Stabilisatoren etc. dem Harz zugesetzt werden.

Polyesterharze (technisch ungehärtet)
+
Härter (Benzoylperoxid, Methylethylketonperoxid)
+
Beschleuniger (Kobaltsalze)

⇓

Polyesterharz (ausgehärtet)

Anwendungsgebiete

Die gesättigten Polyesterharze werden überwiegend für Lacke und Anstrichstoffe verwendet. Die ungesättigten Polyesterharze (auch UP-Harze genannt) werden als Anstrichstoffe, Oberflächenbeschichtungen, Preß-, Gieß- und Tränkmassen, Verklebungen und Spachtelmassen eingesetzt.

Im Vordergrund stehen bei der Herstellung von GFK-Teilen folgende Verfahren:

- Handlaminieren
- Faserspritzen
- Wickeln
- Pressen

Glasfaserverstärkte Kunststoffe werden u.a. verwendet zur Herstellung von

- Sportgeräten,
- Verkleidungen und Gehäusen,

- Behältern und Apparaten,
- Rohrleitungen.

Nicht faserverstärkte UP-Harze werden verwendet zum Beispiel

- zur Herstellung von Knöpfen im Gießverfahren,
- für Polyesterlacke,
- für Spachtelmassen.

Gesundheitsgefahren

Bei der Verarbeitung von Polyesterharzen müssen Gesundheitsgefahren durch folgende Stoffe berücksichtigt werden:

- Polyesterharz

  Bei ständigem Hautkontakt kann es zu Hautschäden, insbesondere zur Sensibilisierung der Haut und damit zu allergischen Reaktionen kommen.

Ausgehärtete Polyesterharze gelten nach dem heutigen Erkenntnisstand als gesundheitlich unbedenklich. Gesundheitsgefahren können sich beim Umgang nur aus dem flüssigen Polyesterharz ergeben.

Flüssige (nicht ausgehärtete) Polyesterharze

- sind brennbar und wasserunlöslich,
- reizen die Augen und die Haut,
- haben eine sensibilisierende Wirkung,
- entwickeln Dämpfe, die schwerer als Luft sind und mit Luft explosionsfähige Gemische bilden können und
- haben ansonsten die gleichen Gesundheitsgefahren und Stoffdaten wie sie bei Styrol angeführt sind.

Umwelt:

- ausgehärtete Polyesterharze, auch wenn sie mit Fasern verstärkt sind, gelten nicht als Sondermüll
- nicht ausgehärtete Polyesterharze als Sondermüll entsorgen
- nicht ausgehärtete Polyesterharze sind eingestuft in die Wassergefährdungsklasse 2 (wassergefährdend)

Bild 13: Kennzeichnung eines Polyesterharzes

Härter

Als Härter werden organische Peroxide verwendet, z.B.

2-Butanonperoxid (Methylethylketonperoxid)

- flüssig
- wirkt ätzend auf Haut und Schleimhäute, wobei die ätzende Wirkung bereits durch die Dämpfe zustande kommt
- brandfördernd
- sensibilisierende Wirkung ist beobachtet worden
- schwere Augenschäden bei direktem Kontakt
- ist ein gefährlicher Explosivstoff und wird daher mit 40 - 50 % Phlegmatisierungsmittel in Verkehr gebracht

Stoffdaten:

- MAK-Wert: derzeit kein Grenzwert angegeben
- Geruchsschwelle: derzeit kein Wert angegeben
- Flammpunkt ca. 115 °C
- Kennzeichnung: O brandfördernd, C ätzend

Bild 14: Kennzeichnung eines Härters

Dibenzoylperoxid
(im Karosseriebau gebräuchlicher Härter für Spachtelmassen)

- pulverig oder pastös, wasserunlöslich
- brandfördernd
- durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich
- wirkt reizend auf Haut und Schleimhäute
- gesundheitsschädlich beim Verschlucken und beim Berühren mit der Haut

Stoffdaten:

- MAK-Wert = 5 mg/m^3 (Gesamtstaub)
- Geruchsschwelle: derzeit kein Wert angegeben
- Flammpunkt nicht vorhanden
- Kennzeichnung: O brandfördernd, Xi reizend

Styrol

Styrol wird als Reaktions- sowie als Lösemittelkomponente bei der Härtung benötigt.

Styrol

- ist eine farblose, entzündliche Flüssigkeit
- riecht angenehm süßlich
- ist gesundheitsschädlich beim Einatmen oder Verschlucken
- reizt Haut, Atemwege, Verdauungswege und Augen
- kann Schwindel, Kopfschmerzen und Übelkeit erzeugen
- sehr hohe Konzentrationen über dem MAK-Wert können bei langzeitiger Einwirkung zu einer Schädigung des zentralen und peripheren Nervensystems führen, z.B. verlängerte Reaktionszeiten, reduzierte Gedächtnisleistung
- Dämpfe schwerer als Luft; sie können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden

Bild 15: Kennzeichnung von Styrol

Umwelt:

- als Sondermüll entsorgen
- Wassergefährdungsklasse 2 (wassergefährdend)

Stoffdaten:

- MAK-Wert = 85 mg/m^3 (bis 1986: 420 mg/m^3)
- Geruchsschwelle ≥ 0,43 mg/m^3, gute Warnwirkung gegeben ab etwa 0,5 % des MAK-Wertes
- Flammpunkt = 31 °C
- Kennzeichnung: Xn gesundheitsschädlich

Beschleuniger

In der Regel werden Verwendet:

Cobaltsalze, z.B. Cobaltoktoat, gelöst in Styrol

- bisher keine gefährlichen Merkmale bekannt
- kein Grenzwert angegeben

Amine, z.B. Dimethylanilin (Xylidin)

- giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berühren mit der Haut
- lokale Reizwirkung auf Haut und Augen

Bild 16: Kennzeichnung eines Beschleunigers

Stoffdaten:

- MAK-Wert = 25 mg/m^3
- Geruchsschwelle: derzeit kein Wert angegeben
- Flammpunkt = 61 °C
- Kennzeichnung: T giftig

Gelcoat

Gelcoats sind pigmentierte Polyesterharze mit meist höheren Anteilen an Styrol, als es im Laminierharz selbst enthalten ist.

Es dürfen nur blei- und cadmiumfreie Pigmente eingesetzt werden.

- brennbare, wasserunlösliche Flüssigkeit
- reizt die Augen und die Haut
- sensibilisierende Wirkung
- Dämpfe schwerer als Luft; sie können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden
- weitere Gesundheitsgefahren wie bei Styrol beschrieben

Ausgehärtete Gelcoats gelten nach dem heutigen Erkenntnisstand als gesundheitlich unbedenklich, wenn sie schwermetallfreie Piqmente enthalten.

Bild 17: Kennzeichnung eines Gelcoats

Umwelt:

- ausgehärtete Gelcoats gelten nicht als Sondermüll
- nicht ausgehärtete Gelcoats sind als Sondermüll zu entsorgen
- nicht ausgehärtete Gelcouts sind eingestuft in die Wassergefährdungsklasse 2 (wassergefährdend

Thermische Zersetzung

UP-Harze können thermisch bis zu 120 °C beaufschlagt werden und beginnen ab 140 °C sich zu zersetzen. Als gefährliche Zersetzungsprodukte konnten Styrol, niedrige Styrolpolymere und Kohlenmonoxid nachgewiesen werden (siehe Ziff. 1, Tabelle 1).

Fasern

Bei der Bearbeitung von ausgehärteten GFK-Teilen können sich Gesundheitsgefahren aus den Faserstäuben ergeben.

Als Verstärkungsfasern für UP-Harze werden überwiegend Glasfasern in Form von Gewebematten eingesetzt. Für spezielle Anwendungen, etwa im Sportgerätebau (Boote, Surfbretter), werden auch Kohle- oder Aramidfasern (z.B. KEVLAR) als Verstärkungsmaterial eingesetzt.

Glasfasern sind künstliche Mineralfasern.

Beim Schleifen von GFK-Teilen werden Faserstäube in atembarer Form mit gefährlichen Eigenschaften freigesetzt. Gefährlich sind aber nur die Staubanteile mit lungengängigen Faserteilchen; das sind solche mit

- Faserdurchmessern < 3 µm,
- Faserlängen > 5 µm,
- Länge-/Durchmesser-Verhältnissen > 3

Für diese Stäube gilt ein TRK-Wert von 500000 Fasern/m^3.

Gleichzeitig ist eine Feinstaubkonzentration von 6 mg/m^3 am Arbeitsplatz einzuhalten.

Die Bewertung der Fasern als krebserzeugende Stoffe erfolgt nach ihrer Zusammensetzung und dem sich daraus ergebenden Kanzerogenitätsindex.

Kohlenstoff- und **Aramidfasern** sind synthetische, organische hochfeste Fasern. Aramidfasern werden aus Polyamid hergestellt.

Auch diese Fasern sind atembar und lungengängig, wenn die geometrischen Abmessungen hinsichtlich der Faserlänge und -durchmesser den Verhältnissen entsprechen, die bei den Glasfasern bereits genannt wurden.

Am Arbeitsplatz ist eine Feinstaubkonzentration von 6 mg/m^3 einzuhalten.

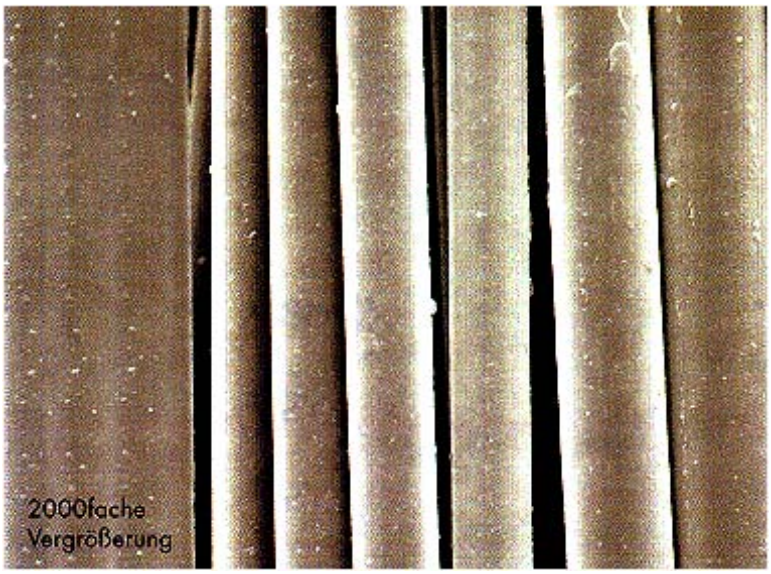


Bild 18: Mikroskopaufnahme von Glasfasen

Bei Messungen der Holz-Berufsgenossenschaft wurde bisher beim Herstellen von GFK-Teilen weder eine Überschreitung der zulässigen Feinstaubkonzentration noch eine Überschreitung der zulässigen Faserkonzentration festgestellt.

Beim Schleifen von GFK-Teilen wurden Konzentrationen von maximal 110.000 Fasern/m^3 gemessen, beim Zuschneiden der Gewebematten deutlich niedrigere Konzentrationen.

Reinigungs- und Lösemittel

Zum Reinigen von Formen, Werkzeugen und Werkstücken wird heute überwiegend Aceton eingesetzt.

Von den früher häufig zu Reinigungszwecken verwendeten Lösemitteln

- **darf** 1,1,1-Trichlorethan heute nicht mehr verwendet werden
- **sollte** Dichlormethan (Methylenchlorid) nicht mehr verwendet werden.

Auch die aromatischen Kohlenwasserstoffe Toluol und Xylol sollen wegen ihrer schädigenden Wirkung auf die Haut, Schleimhäute, Leber und das zentrale Nervensystem für Reinigungszwecke nicht mehr verwendet werden.

Aceton

- farblose Flüssigkeit, mit Wasser mischbar
- süßlicher Geruch
- wirkt reizend auf die Schleimhäute und wird von der Haut schwach resorbiert
- entfettet die Haut
- eicht entzündlich; Dämpfe bilden mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch
- Dämpfe schwerer als Luft
- Flüssigkeit kann sich elektrostatisch aufladen

Umwelt:

- als Sondermüll entsorgen
- Wassergefährdungsklasse O (nicht wassergefährdend)

Stoffdaten:

- MAK-Wert = 1200 mg/m^3
- Geruchsschwelle ≥ 0,2 mg/m^3, gute Warnwirkung ab 0,02 % des Mak-Wertes gegeben
- Flammpunkt ≤ –20 °C
- Kennzeichnung: F leichtentzündlich

Bild 19: Kennzeichnung von Aceton

Bei Messungen der Holz-Berufsgenossenschaft wurde bisher bei der Reinigung von Werkzeugen und Formen eine Überschreitung des MAK-Wertes nicht festgestellt. Dagegen können Beschäftigte beim Reinigen von Lösemittelsammelbehältern Konzentrationen über dem MAK-Wert ausgesetzt sein.

Unterweisung, Betriebsanweisung

Beschäftigte, die

- Epoxidharze oder
- Polyesterharze verarbeiten
- Werkzeuge, Formen oder Werkstücke reinigen, sind jährlich mindestens einmal über die Gefahren und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit den Arbeitsstoffen zu unterweisen. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, daß das Auftragen von Harz oder das Laminieren immer zwischen ihnen selbst und der Absaugung stattfinden muß.

Hierzu müssen Betriebsanweisungen erstellt werden. Es wird empfohlen, die Unterweisung durch Unterschrift bestätigen zu lassen. Ein Exemplar der Betriebsanweisungen ist an den Arbeitsplätzen auszuhängen.

Die Holz-Berufsgenossenschaft kann Bertriebsanweisentwürfe als Serviceleistung für ihre Mitgliedsbetriebe erstellen.

Auf den folgenden Seiten sind Betriebsanweisungen für allgemeine Poyesterharzverarbeitung (Bild 20), für Styrol (Bild 21), für Methylethylketenperoxid (Bild 22) und für Aceton (Bild 23) abgedruckt.

Betriebsanweisung Nr.: gem. § 20 GEFSTOFFV Entwurf	Betrieb	GeSi

Bereich/Tätigkeit:

Polyesterharz-Styrol-Verarbeitung

Formteil-Herstellung aus faserverstärkten Polyesterharzen

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Leichtenzündlich, Härter u. U. sogar explosiv bzw. brandfördernd. Dämpfe und Nebel können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Bei direktem Kontakt von Härter und Beschleuniger kann es zu explosionsartigen Reaktionen kommen.
Styroldämpfe sind gesundheitsschädlich nach Einatmen und Verschlucken (z.B. auch Essen und Rauchen mit beschmutzten Händen); können nach Einatmen zu Müdigkeit, Brechreiz, Gleichgewichtsstörungen und verlängerten Reaktionszeiten führen; zentralnervöse Störungen sind möglich. Die als Härter eingesetzten organischen Peroxide haben ätzende Wirkung auf Haut und Schleimhäute, die schon durch Dämpfe zustande kommt. Durch direkten Kontakt können schwere Augenschäden entstehen.
Wassergefährdend; darf nicht in Grundwasser, Kanalisation oder Erdreich gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren. Vor Feuchtigkeit und Licht schützen. Styrol darf nur mit Stabilisator gelagert oder transportiert werden. Die Stabilisatorkonzentration muß regelmäßig überprüft werden. Härter und Beschleuniger müssen getrennt gelagert werden. Für ausreichende Be- und Entlüftung bei der Verarbeitung sorgen, entstehende Dämpfe wirksam absaugen. Von Zündquellen fernhalten. Vorsorge gegen elektrostatische Aufladung treffen.

Atemschutz: Einhaltung des Styrol-MAK-Wertes in der Atemluft durch Filtergeräte oder belüftete Hauben:
Augenschutz: Schutzbrille:
Handschutz: Schutzhandschuhe aus Nitril oder Viton:
Hautschutz: Hautschutzcreme:
Körperschutz: Antistatische Kleidung (z.B. aus Baumwolle):

Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, rauchen; keine Lebensmittel aufbewahren. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen. Kontakt mit Haut und Augen vermeiden. Dämpfe und Nebel nicht einatmen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Nach Verschütten/Auslaufen mit saugfähigem, unbrennbarem Material (z.B. Kieselgur, Bähglimmer) aufnehmen und wie unter Entsorgung beschrieben beseitigen.
Löschmittel: Polyesterharz/Styrol: Schaum, Kohlendioxid, Trockenlöschmittel; keinen Wasserstrahl
Härter/Beschleuniger: Trockenlöschmittel
Im Brandfall Behälter sofort mit Sprühwasser kühlen. Atemschutzgerät anlegen.
Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Nach **Haut**kontakt: Mit Wasser und Seife abwaschen, reichlich nachspülen.
Nach **Augen**kontakt: Ca. 10–15 Minuten reichlich spülen, Augenarzt aufsuchen
Nach **Verschlucken:** Kein Erbrechen herbeiführen und sofort Arzt hinzuziehen.
Nach **Einatmen:** Frischluft, bei Beschwerden Arzt hinzuziehen.
Nach **Kleidungs**kontakt: Benetzte Kleidungsstücke sofort entfernen.

Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Harzreste in beständigen, verschließbaren, gekennzeichneten Gefäßen sammeln:

Datum, Unterschrift: _____

Bild 20: Betriebsanweisung für Polyesterharz-Verarbeitung

Betriebsanweisung Nr.: Entwurf
gem. § 20 GEFSTOFFV GISBAU 11/95

Betrieb

Druckdatum: 12.07.96

Styrol

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Einatmen und Verschlucken (Essen, Trinken, Rauchen mit beschmutzten Händen) können zu Gesundheitsschäden führen. Reizt die Atemwege, Augen, Verdauungswege. Kann Schwindel und Kopfschmerzen hervorrufen. Reagiert mit Säuren unter Wärmeentwicklung, Spritzgefahr! Bildet mit Licht und Luft gefährliche Dämpfe.
Wassergefährdend – Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Arbeiten nur bei Frischluftzufuhr, vor allem im Bodenbereich! Bei Dämpfen nur mit Absaugung arbeiten! Von Zündquellen fernhalten! Nicht rauchen! Keine offenen Flammen! Nicht auf heiße Flächen spritzen! Kriechende Dämpfe können in größerer Entfernung zur Entzündung führen! Nur ex-geschützte und funkenfreie Werkzeuge verwenden! Verspritzen vermeiden! Gefäße nicht offen stehen lassen! Vorratsmenge auf einen Schichtbedarf beschränken! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Durchnäßte Kleidung wechseln.

Augenschutz: Schutzbrille:
Handschutz: Handschuhe aus: Viton:

Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert!
Atemschutz: Gasfilter A____ (braun):
Hautschutz: Für alle unbedeckten Körperteile fettfreie oder fettarme Hautschutzsalbe verwenden:

Körperschutz: Antistatische Schutzkleidung (z. B. Kleidung aus Baumwolle):

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Nur nach Anlegen von umgebungsluftunabhängigem Atemschutzgerät und voller Schutzkleidung beseitigen! Mit saugfähigem unbrennbaren Material (z. B. Kieselgur, Sand) aufnehmen und entsorgen! Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, alkoholbeständiger Schaum! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen! Bei Brand entstehen gefährliche Dämpfe! Berst- und Explosionsgefahr bei Erhitzung!

Zuständiger Arzt oder Klinik
Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen

Nach **Augen**kontakt: 10 Minuten mit Wasser oder Augenspüllösung spülen.
Nach **Haut**kontakt: Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen. Keine Verdünner
Nach **Einatmen:** Frischluft! Atemwege freihalten: Zahnprotesen, Erbrochenes entfernen. Bei Bewußtlosigkeit stabile Seitenlage. Atmung und Puls kontrollieren. Bei Atem- oder Herzstillstand sofort künstliche Beatmung und Herzdruckmassage. Alle 10 Minuten 5 Hübe Dexamethason-Spray einatmen.
Nach **Verschlucken:** Kein Erbrechen herbeiführen. Bei Bewußtsein in kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen. Gabe von medizinischem Kohlepulver.
Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Nicht in Ausguß oder Mülltonne schütten! Zur Entsorgung sammeln in:

Unterschrift des Unternehmers: _____

Bild 21: Betriebsanweisung für den Umgang mit Styrol

Betriebsanweisung Nr.: Entwurf
gem. § 20 GEFSTOFFV GISBAU 11/95

Betrieb

Druckdatum: 12.07.96

Methylethylketonperoxid

ist eine farblose Flüssigkeit. Der Reinstoff ist ein gefährlicher Explosivstoff. Der Stoff wird daher handelsüblich mit etwa 40–50% Phlegmatisierungsmittel in Verkehr gebracht.

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Einatmen und Verschlucken (Essen, Trinken, Rauchen mit beschmutzten Händen) können zu Gesundheitsschäden führen. Verursacht Verätzungen. Dauerhafte Schäden möglich. Augenschäden möglich. Erhöhte Entzündungsgefahr bei durchtränktem Material (z.B. Kleidung, Putzlappen).

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Arbeiten bei Frischluftzufuhr! Bei Dämpfen nur mit Absaugung arbeiten! Von Zündquellen fernhalten! Nicht rauchen! Keine offenen Flammen! Nicht auf heiße Flächen spritzen! Schlag und Reibung vermeiden! Nur ex-geschützte und funkenfreie Werkzeuge verwenden! Verspritzen vermeiden! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Vorbeugender Hautschutz erforderlich. Hautpflegemittel verwenden! Nach Arbeitsende Kleidung wechseln! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Verunreinigte Kleidung wechseln.

Augenschutz: Vollschutzbrille:

Handschutz: Handschuhe aus: Bhutylkautschuk, Viton:
Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert!

Atemschutz: Gasfilter B____ (grau):

Hautschutz: Für alle unbedeckten Körperteile fettfreie oder fettarme Hautschutzsalbe verwenden:

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Mit saugfähigem Material (z.B. Kalk oder wasserfreier Soda) aufnehmen und entsorgen! Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Löschpulver, Wasser im Sprühstrahl! Sofort nach dem Erlöschen der Flamme muß der Brandherd mit größeren Wassermengen überdeckt werden! Größere Brände lassen sich kaum löschen. Peroxid ausbrennen lassen und Umgebung mit großen Wassermengen überdecken! Berst- und Explosionsgefahr bei Erhitzung! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen!

Zuständiger Arzt oder Klinik
Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen
Nach Augenkontakt: 10 Minuten mit Wasser oder Augenspüllösung spülen.
Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Nach Verätzungen 15 Minuten mit Wasser spülen. Mit viel Wasser und Seife reinigen.
Nach Einatmen: Frischluft! Atemwege freihalten: Zahnprotesen, Erbrochenes entfernen. Bei Bewußtlosigkeit stabile Seitenlage. Atmung und Puls kontrollieren. Bei Atem- oder Herzstillstand: sofort künstliche Beatmung und Herzdruckmassage. Alle 10 Minuten 5 Hübe Dexamethason-Spray einatmen.
Nach **Verschlucken:** Kein Erbrechen herbeiführen. Bei Bewußtsein in kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen. Keine Hausmittel.
Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Nicht in Ausguß oder Mülltonne schütten! Zur Entsorgung sammeln in:

Unterschrift des Unternehmers: _____

Bild 22: Betriebsanweisung für den Umgang mit Methylethylketonperoxid

Betriebsanweisung Nr.: Entwurf
gem. § 20 GEFSTOFFV GISBAU 11/95

Betrieb

Druckdatum: 12.07.96

Aceton

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Einatmen und Verschlucken (Essen, Trinken, Rauchen mit beschmutzten Händen) oder Aufnahme durch die Haut können zu Gesundheitsschäden führen. Kann die Atemwege, Augen, Haut, Verdauungswege reizen. Dauerhafte Schäden möglich. Erhöhte Entzündungsgefahr bei durchtränktem Material (z. B. Kleidung, Putzlappen).

SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Arbeiten nur bei Frischluftzufuhr, vor allem im Bodenbereich! Bei Dämpfen nur mit Absaugung arbeiten! Von Zündquellen fernhalten! Nicht rauchen! Keine offenen Flammen! Nicht auf heiße Flächen spritzen! Kriechende Dämpfe können in größerer Entfernung zur Entzündung führen! Schlag und Reibung vermeiden! Nur ex-geschützte und funkenfreie Werkzeuge verwenden! Arbeitsbereich absperren! Warnschild 'Explosionsgefahr'! Gefäße nicht offen stehenlassen! Vorratsmenge auf einen Schichtbedarf beschränken! Beim Ab- und Umfüllen Verspritzen vermeiden! Berührung mit Augen, Haut und Kleidung vermeiden! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Vorbeugender Hautschutz erforderlich. Hautpflegemittel verwenden! Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Durchnäßte Kleidung wechseln.

Augenschutz: Vollschutzbrille:
Handschutz: Handschuhe aus: Bhutylkautschuk (maximale Tragezeit 4 Stunden):
Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert!
Atemschutz: Gasfilter AX (braun):
Hautschutz: Für alle unbedeckten Körperteile fettfreie oder fettarme Hautschutzsalbe verwenden:
Körperschutz: Flammhemmende, antistatische Schutzkleidung!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Mit saugfähigem, unbrennbaren Material (z. B. Kieselgur, Sand) aufnehmen und entsorgen! Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Löschpulver, Kohlendioxid oder Wasser im Sprühstrahl! Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen! Brandbekämpfung nur mit umgebungsluftunabhängigem Atemschutzgerät und Schutzanzug!

Zuständiger Arzt oder Klinik
Fluchtweg:
Unfalltelefon:

ERSTE HILFE UND GESUNDHEITSSCHUTZ

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen
Nach Augenkontakt: 10 Minuten mit Wasser oder Augenspüllösung spülen.
Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung sofort ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen. Keine Verdünner.
Nach Einatmen: Frischluft! Atemwege freihalten: Zahnprotesen, Erbrochenes entfernen. Bei Bewußtlosigkeit: stabile Seitenlage. Atmung und Puls kontrollieren. Bei Atem- oder Herzstillstand: sofort künstliche Beatmung und Herzdruckmassage. Alle 10 Minuten 5 Hübe Dexamethason-Spray einatmen.
Nach **Verschlucken:** Kein Erbrechen herbeiführen. Bei Bewußtsein in kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen. Gabe von medizinischem Kohlepulver.
Ersthelfer:

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Nicht in Ausguß oder Mülltonne schütten! Zur Entsorgung sammeln in:

Unterschrift des Unternehmers: _____

Bild 23: **Betriebsanweisung für den Umgang mit Aceton**

©